



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Ciencias Biológicas

Unidad de Posgrado

**Capacidad captadora de carbono y producción de
proteínas de *Limnobium laevigatum* (Humb. & Bonpl.
ex Willd.) Heine (Hydrocharitaceae) bajo condiciones
de laboratorio**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Biológicas

AUTOR

Héctor Alonso APONTE UBILLÚS

ASESOR

Egma Marcelina MAYTA HUATUCO

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Aponte, H. (2016). *Capacidad captadora de carbono y producción de proteínas de Limnobium laevigatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine (Hydrocharitaceae) bajo condiciones de laboratorio*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

696.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



UNIDAD DE POSGRADO

Exped. N° 033-UPG-FCB-16

3
13(R)
167

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR AL GRADO ACADEMICO DE
DOCTOR EN CIENCIAS BIOLOGICAS

Siendo las 15:05 horas del día 14.6.2016 en el Salón de Grados de la Facultad de Ciencias Biológicas, el Jurado de Sustentación de Tesis presidido por:

Dra. Elida P. Carrillo Fuentes	e integrado por
Dra. Doris V. Huerta Canales	(Miembro)
Dr. Álvaro J. Marcelo Rodríguez	(Miembro)
Dr. Manuel J. Marín Bravo	(Miembro)
Dra. Egma M. Mayta Huatuc	(Asesora)

Se reunió para la sustentación oral y pública de la Tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Biológicas, que solicitara el Magister Don HECTOR ALONSO APONTE UBILLUS.

Después de darse lectura al Expediente N° 033-UPG-FCB-16, en el que consta haberse cumplido con todas las disposiciones reglamentarias, los señores miembros del Jurado, recepcionaron la exposición de la Tesis Titulada:

"CAPACIDAD CAPTADORA DE CARBONO Y PRODUCCIÓN DE PROTEÍNAS DE *Limnobia laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine (HYDROCHARITACEAE) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO"

y formuladas las preguntas, éstas fueron absueltas por el graduando.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



UNIDAD DE POSGRADO

Acto seguido el Jurado procedió a la votación la que dio como resultado el calificativo de:

..... *Muy bueno con la nota de 18*

A continuación la Presidente del Jurado recomienda que la Facultad proponga que la Universidad le otorgue el grado académico de Doctor en Ciencias Biológicas al Magíster

..... *Héctor Alonso Aponte Obillos*

Siendo las..... *16:30* se levantó la Sesión, recibiendo el graduando las felicitaciones de los señores miembros del Jurado y público asistente.

Se extiende la presente Acta en Lima, a los 17 días del mes de junio del año 2016.

..... *Elida P. Carrillo Fuentes*

DRA. ELIDA P. CARRILLO FUENTES
Profesora Principal a D.E.
PRESIDENTE

..... *Egma M. Mayta Huatuco*

DRA. EGMA M. MAYTA HUATUCO
Profesora Principal a D.E.
ASESORA

..... *Doris V. Huerta Vanales*

DRA. DORIS V. HUERTA VANALES
Profesora Principal D.E.
MIEMBRO

..... *Alvaro J. Marcelo Rodríguez*

DR. ALVARO J. MARCELO RODRIGUEZ
Profesor Auxiliar a T.P.
MIEMBRO

..... *Manuel J. Marín Bravo*

DR. MANUEL J. MARÍN BRAVO
Profesor Auxiliar a T.P.
MIEMBRO

A Juan José y Ana Lucía:

Gracias por ser mis primeros amigos y mi estímulo para seguir adelante

A Cristina:

Gracias por ser mi soporte y mi columna vertebral

A mis padres:

Gracias por haberme leído de pequeño “El porqué de las cosas”

Agradecimientos

Quisiera agradecer profundamente a mi asesora Egma Mayta, quien depositó en mi la confianza para poder culminar este proyecto de investigación doctoral..

A la Universidad Científica del Sur por el soporte logístico y de recursos humanos para el desarrollo del presente proyecto, especialmente a Sonia Valle, Aldo Indacochea, Joyce del Pino y Luzmila Troncoso quienes permitieron el desarrollo de la tesis en los laboratorios de esta casa de estudio. Asimismo, quisiera agradecer a los colegas Cesar Pacherrres, Juan Carlos Francia y Carla Segura quienes colaboraron en el desarrollo de los experimentos y fueron co-asesores en gran parte del trabajo realizado. A los estudiantes de la Universidad que me apoyaron en la ardua labor de seguimiento de los experimentos: Gina, John, Leya, Vania, Mariella, Angela, Yomel, Ilich y Williams. También quisiera agradecer a los técnicos de Laboratorio quienes fueron piezas importantes en el desarrollo de los experimentos: Edgar, Rousvel, Yolanda, Fabiola, Rayda y René.

A la profesora Mery Suni por sus consejos, sugerencias y su apoyo logístico durante la tesis.

A mi familia y amigos por su paciencia y su comprensión durante el desarrollo del presente trabajo.

Símbolos y siglas utilizados

ARS=Agricultural Research Service

ARN=Ácido Ribonucleico

CO₂=Dióxido de carbono

DE=Desviación estándar

DQO=Demanda química de Oxígeno

FAO= Food and Agriculture Organization of the United Nations

ha=Hectárea

K=Capacidad de carga

TCR=Tasa de crecimiento relativo

T=Tonelada

TC/ha=Tonelada de Carbono por hectárea

T/ha/año=Toneladas por hectárea por año

PAR=Photosynthetically Active Radiation (Radiación fotosintéticamente activa)

SPAD=Soil-Plant Analysis Development

USDA=United States Department of Agriculture

W/m²= Watts por metro cuadrado.

\$/T/año=Dólares por tonelada por año

μmol/cm²=Micro moles por centímetro cuadrado

μS/cm= Micro Siemens por centímetro

Glosario

- Abaxial: La cara abaxial corresponde a la cara inferior o envés de la hoja.
- Biomasa: Materia producida por un organismo vivo en un determinado lugar.
- Arco seno (Arcseno): Función matemática inversa al seno de un ángulo.
- Clorosis: Condición en la que las hojas no producen suficiente clorofila. Cuando esto ocurre, las hojas no tienen la coloración verde; sino más bien de un verde pálido, amarillo, amarillo blanquecina.
- Geneto: Conjunto de módulos (rametos) de un individuo, provenientes de una misma semilla.
- Hipóginas: Término aplicado a flores cuyas piezas florales se encuentran por debajo del ovario.
- Parénquima aerífero: Tejido vegetal caracterizado por tener cavidades ocupadas por aires, de manera que permiten la flotación del órgano que la posee. Asimismo, facilita el transporte de aire en las plantas helófitas.
- Productividad: Producción de biomasa por un determinado nivel trófico. En el caso de las plantas se denomina productividad primaria. Generalmente sus unidades son kgC/ha/año o kgC/ha.
- Rameto: Copia de una planta reproducida vegetativamente. Cuando los rametos están unidos conforman un geneto.

Terminología basada en:

- Begon, M., C.R. Townsend & J.L. Harper. 2009. Ecology: From Individuals to Ecosystems. John Wiley & Sons.
- Font Quer, P. 1982. Diccionario de Botánica. Labor, Barcelona.
- Hernandez-Ortiz, J. E. & López-Delgado E. A. 2015. Glosario de plantas. Disponible en: <http://myslide.es/documents/glosario-de-plantas-II.html>
- Real Academia Española. 2013. Diccionario de la Real Academia Española (versión On Line) Disponible en: <http://www.rae.es/rae.html>

Contenido

Agradecimientos.....	iii
Símbolos y siglas utilizados.....	iv
Glosario.....	v
RESUMEN	x
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN Y PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA	1
OBJETIVOS	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
HIPÓTESIS	4
JUSTIFICACIÓN	5
ANTECEDENTES	6
Las plantas acuáticas y su propagación	6
Efecto de la luz en el crecimiento de las plantas acuáticas	7
Las plantas acuáticas y su uso como forraje	8
Captación de carbono.....	9
La especie en estudio: <i>Limnobium laevigatum</i>	12
MÉTODOS	15
Flujograma de la investigación.....	15
Periodo de aclimatación para experimento a diferentes concentraciones de nutrientes	17

Diseño Experimental	18
Efecto de los nutrientes en el crecimiento bajo condiciones de Laboratorio...	18
Análisis químico proximal (AQP) en <i>L. laevigatum</i>	22
Obtención de la capacidad de carga (primer experimento)	23
Efecto de la luz en el crecimiento de <i>L. laevigatum</i> y segundo experimento para hallar K	25
Porcentaje de carbono en el tejido de <i>L. laevigatum</i>	27
Análisis estadístico y procesamiento de datos	27
Análisis de la capacidad de carga (K).....	28
Análisis químico proximal	29
Modelamiento del crecimiento poblacional bajo condiciones de laboratorio...	29
Estimación de la productividad de <i>L. laevigatum</i>	30
RESULTADOS	31
Los nutrientes en el crecimiento de <i>L. laevigatum</i>	31
Análisis químico proximal.....	37
Estudio de la capacidad de carga (K)(Primer experimento)	38
Efecto de la luz en el crecimiento de <i>L. laevigatum</i> y segundo experimento para hallar K.....	41
Segundo análisis de K para <i>L. laevigatum</i>	47
Modelamiento del crecimiento poblacional	50
Cálculo de la Productividad.....	53
DISCUSIÓN	54
Efecto de la concentración de nutrientes	54
<i>Limnobium laevigatum</i> y su potencial para su uso como forraje	57
Crecimiento de <i>L. laevigatum</i> bajo diferentes condiciones de luz	60

Productividad: Captación de Carbono y producción proteica.....	61
Sobre las ecuaciones obtenidas	61
Uso del modelo para estimaciones a gran escala	61
Otras aplicaciones de <i>L. laevigatum</i>	65
CONCLUSIONES.....	66
RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
Anexo 1. Condiciones del laboratorio medidas en la etapa de aclimatación y a lo largo del experimento con nutrientes.	80
Anexo2. Fotoperiodo durante el período de aclimatación y el experimento con nutrientes.....	84
Anexo 3. Caracterización del agua de zona de colecta y de los grifos de agua....	86
Anexo 4. Condiciones del laboratorio medidas en la etapa de aclimatación y a lo largo del primer experimento para hallar la capacidad de carga.	87
Anexo 5. Condiciones del laboratorio medidas a lo largo del experimento de los efectos de la luz en el crecimiento de <i>L. laevigatum</i>	93
Anexo 6. Determinación de los puntos para el análisis de los efectos de la luz..	103
Anexo 7. Datos obtenidos en el experimento con diferentes condiciones de nutrientes.....	104
Anexo 8. Porcentaje de Hojas cloróticas a lo largo del experimento.....	116
Anexo 9. Número de hojas muertas durante el experimento de nutrientes.	119

Anexo 10. Datos del análisis químico proximal de las muestras propagadas en laboratorio.	122
Anexo 11. Biomasa de las plantas durante el primer experimento del análisis de capacidad de carga.	124
Anexo 12. Resultados del Experimento a Diferentes condiciones de Luz.....	129
Anexo 13. Datos del Segundo Experimento para hallar K.	148
Anexo 14. Regresiones logísticas realizadas para cada una de las repeticiones del experimento para hallar K.	153

RESUMEN

Limnobium laevigatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine (Hydrocharitaceae) es una planta acuática flotante distribuida en zonas amazónicas y costeras del Perú. Trabajos y observaciones de campo muestran que esta especie tiene un rápido crecimiento y concentraciones de proteínas elevadas. Evaluar su crecimiento y conocer su productividad es de interés para estimar el potencial de la especie para su uso como forraje. Al mismo tiempo, evaluar su capacidad captadora de carbono permitiría saber si las poblaciones de esta especie podrían servir como sumidero importante de CO₂, pudiendo tener sistemas combinados (producción forrajera y captación de carbono).

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la capacidad captadora de carbono y producción de proteínas de *L. laevigatum* bajo condiciones de laboratorio.

Para ello se evaluó la mejor concentración de nutrientes para su propagación. Posteriormente se evaluó el contenido de fibras, proteínas, grasas, carbohidratos y ceniza (Análisis Químico Proximal, AQP) y el contenido de carbono en la biomasa vegetal. Luego, se halló la capacidad de carga bajo condiciones de laboratorio de los dos tratamientos que tuvieron el mejor rendimiento.

Los resultados obtenidos en los experimentos mencionados sugirieron una importante influencia de la luz en el crecimiento de la especie, por lo que se realizó un experimento para evaluar dicho efecto. Con el mejor de los tratamientos se re calculó la capacidad de carga en condiciones de laboratorio

Estos resultados, junto con el cálculo del porcentaje de carbono en el tejido (usando la técnica de Walkley & Black) fueron utilizados para calcular la producción de proteínas y la capacidad captadora de carbono de la especie en estudio utilizando modelos de crecimiento poblacional con límites de recursos.

Los resultados obtenidos muestran que *L. laevigatum* crece de forma óptima en el laboratorio con la solución 25X, la cual es menor al 100% de las soluciones

comerciales. En estas condiciones los parámetros de productividad son los mayores con una tasa de crecimiento relativo de 0.11. Asimismo, el crecimiento de *Limnobium laevigatum* se ve favorecido a mayor cantidad de luz, creciendo mucho mejor en el tratamiento a 100% de luz. Por el rápido crecimiento, facilidad de propagación, alta concentración de proteínas (>30%) y bajo en fibras (<10%), *L. laevigatum* propagado bajo condiciones de laboratorio reúne las condiciones para su uso como forraje. La productividad de *Limnobium laevigatum* bajo condiciones de laboratorio asciende a 0.19 g/cm² de biomasa fresca, que equivalen a 2.84 x10⁻³ g/cm² de proteínas y 3.89x10⁻³ g/cm² de carbono (cantidad de carbono que es convertido en biomasa durante su crecimiento en laboratorio).

El presente estudio representa los primeros datos acerca de la productividad de la especie bajo condiciones de laboratorio. Se discuten los posibles campos de aplicación en la producción de forrajes y suplemento de dietas, así como en la estimación de la productividad a gran escala.

Palabras clave: planta acuática, productividad, captación de carbono, modelamiento poblacional.

ABSTRACT

Limnobium laevigatum (Hydrocharitaceae) is a floating aquatic plant distributed in Amazon and coastal areas of Peru. Field observations and laboratory evaluations have shown a rapid growth and high levels of protein of this species. The control of their growth in laboratory and measuring the productivity of this species is important to evaluate the potential of the species for use as forage. At the same time, studying its carbon capture capacity can determine if the species has the potential to be considered for this purpose in combined production systems (forage production and carbon sequestration).

This study aimed to evaluate the carbon capture capacity and protein production of *Limnobium laevigatum* under laboratory conditions.

It was evaluated the best nutrient concentration for its propagation (based on a commercial solution, using five treatments with different dilutions of this solution). Subsequently the fiber, proteins, lipids and ash (Proximal Chemical Analysis, AQP) and carrying capacity (K) under laboratory conditions (of the two best treatments) was evaluated. The last experiment revealed the important role of light in the growth of this species under laboratory conditions, so an experiment was conducted to evaluate the effect of light (three treatments, progressively decreasing the amount of light). Finally, the carrying capacity was recalculated for the best treatment. These results, together with the calculation of the percentage of carbon in tissue (using Walkley & Black technique), were used to estimate the scavenging capacity of carbon and protein production of the species under study, using models of population growth with resource limits.

The results show that *Limnobium laevigatum* grows optimally in the solution 25X which is less than 100% of commercial solutions. In these conditions the productivity parameters are the highest with a relative growth rate of 0.11. Furthermore, growth is favored in *Limnobium laevigatum* with more light, growing

much better in the 100% of light treatment. By its rapid growth, easy propagation, high protein concentration ($> 30\%$) and low in fiber ($<10\%$), *L. laevigatum* propagated under laboratory conditions eligible for use as fodder. *Limnobiium laevigaatum* productivity under controlled conditions is 0.19 g/cm^2 of fresh biomass, equivalent to $2.84 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^2$ of protein and $3.89 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^2$ of carbon (amount of carbon that is taken from the atmosphere during its growth in laboratory).

This study represents the first data about the productivity of this species under laboratory conditions. Possible fields of application are the production of forage and supplement diets. The productivity at a large scale is discussed.

Keywords: aquatic plant productivity, carbon sequestration, population modeling.

INTRODUCCIÓN Y PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

Debido a la escasez de la harina de pescado y soya, así como el incremento en sus precios, se vienen desarrollando investigaciones para optimizar los métodos de alimentación y encontrar fuentes nutricionales alternativas para las especies comerciales (por ejemplo en peces comerciales), las cuales a su vez tienden a ser amigables con el medio ambiente (Cruz *et al.* 2004, FAO 2012). En el mundo, más de 600 especies vegetales vienen siendo utilizadas con fines forrajeros (USDA, ARS, National Genetic Resources Program 2016). Por su fácil propagación en condiciones controladas y por constituir fuentes proteicas de alto valor nutricional (Thanh *et al.* 1997, Escamilla 1998), las plantas acuáticas pueden ser utilizadas como alimentos para animales de granja y peces

Asimismo, en los últimos cien años la temperatura se ha elevado alrededor de un grado; según los diferentes escenarios de cambio climático se pronostica un aumento de hasta cuatro grados para el año 2100 (Jones *et al.* 2012, Rogelj *et al.* 2012). Este calentamiento de nuestro planeta ha causado preocupación en los sectores científicos y políticos, quienes han visto la necesidad de estudiar con mayor detenimiento los fenómenos que causan el aumento de la temperatura y evaluar las posibles formas de mitigar estos efectos (Houghton 2004, Maslin 2007). El CO₂ ha sido identificado como uno de los gases de efecto invernadero de mayor impacto a nivel mundial. Sus efectos están afectando a la diversidad de organismos en el planeta, incluyendo al ser humano; gran parte del aumento es debido principalmente a las actividades humanas (Chivian & Bernstein 2008). En este contexto, la medición de la captación de carbono por parte de las plantas que viven en los diferentes ecosistemas de nuestro planeta es de suma importancia y permitirá el desarrollo de técnicas para optimizarla (Jansson 2010).

Limnobium laevigatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine (familia Hydrocharitaceae) es una planta acuática flotante que se distribuye principalmente en los países de Sud América (Missouri Botanical Garden 2016). Esta especie es

frecuente en algunos humedales del Perú sobre todo en los departamentos de la vertiente oriental de los Andes como Loreto y Ucayali (Brako & Zarucchi 1993). Esta planta tiene un rápido crecimiento y sirve como alimento de algunas especies silvestres. Por su tamaño (hojas entre 4 cm² y 12 cm²), sus rametos pueden controlarse con mayor facilidad otras especies acuáticas como *Lemna* spp. evitando la contaminación del medio circundante. Estudios de campo muestran que la especie tiene una cantidad alta de proteínas en base seca (16%, Corti & Schlatter 2002). Todas estas características la convierten en una planta con potencial para su uso como forraje, que cuenta además con una gran capacidad para captar carbono.

Conocer las condiciones adecuadas para la propagación de esta especie es el primer paso para maximizar su productividad en sistemas controlados, cuantificando al mismo tiempo su capacidad captadora de carbono. Asimismo al realizar un análisis químico de sus tejidos (estudiando por ejemplo su contenido proteico) podremos conocer su verdadero potencial como forraje. Estas estimaciones deben realizarse a partir de modelos que representen el crecimiento vegetal bajo condiciones de espacio y nutrientes limitados dado que estos modelos se adaptan mejor a las condiciones de crecimiento poblacional de estas especies (Lampert & Sommer 2007). A diferencia de los métodos convencionales de estimación de la productividad, este tipo de modelos permite añadir la capacidad de carga y estimar el tiempo en el que se llega a la misma, dándonos un dato más preciso.

El presente trabajo tiene como objetivo conocer la capacidad captadora de carbono de *Limnobium laevigatum*, así como su capacidad de producción de proteínas, estimando ambos parámetros en condiciones de laboratorio. Para ello se evaluaron parámetros físico químicos importantes en su crecimiento acompañados del estudio químico del tejido vegetal. Finalmente se plantea la estimación de la capacidad captadora de carbono y producción proteica a partir de modelos de crecimiento bajo límite de recursos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la capacidad captadora de carbono y producción de proteínas de *Limnobium laevigatum* bajo condiciones de laboratorio

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la concentración de una solución de nutrientes comercial a la cual se logra una propagación óptima de *L. laevigatum* en laboratorio
- Evaluar el efecto de la luz en la propagación de *L. laevigatum* bajo condiciones de laboratorio.
- Estudiar el porcentaje de proteínas, fibras, grasas, carbohidratos y ceniza de *L. laevigatum*, propagada bajo condiciones de laboratorio.
- Cuantificar la capacidad captadora de carbono y de producción de proteínas de *L. laevigatum* bajo condiciones de laboratorio a partir de modelos de crecimiento poblacional.

HIPÓTESIS

- El porcentaje de proteínas, fibra y minerales que tiene la especie en estudio, así como su producción proteica en el tiempo, son las apropiadas para considerarla una planta potencial para uso forrajero (proteínas >10%, fibra <10%).
- La productividad de *Limnobium laevigatum* (Biomasa producida) es similar y mayor a la productividad de algunos ecosistemas forestales destinados como sumideros de carbono, por lo que la propagación a gran escala de la especie puede ser considerada como herramienta para la captación de carbono en sistemas controlados.

JUSTIFICACIÓN

Las plantas de rápido crecimiento tienen la capacidad de ser buenos sumideros de carbono y buenas para su uso como forraje. En este grupo de plantas tenemos a *Limnobiium laevigatum*, quien presenta un crecimiento rápido *in situ* (San Martín & Boetscher 2003, USDA, ARS, National Genetic Resources Program 2014), el cual puede maximizarse bajo condiciones adecuadas de nutrientes *in vitro*. Asimismo, por servir de alimento a animales silvestres y tener una cantidad considerable de proteínas en base seca *in situ* (16%, Corti & Schlatter 2002), esta especie tiene un gran potencial como forraje. Otras investigaciones han mostrado el potencial de esta especie para la biorremediación, habiéndose comprobado su eficacia en el tratamiento de aguas servidas disminuyendo de hasta el 80% de la DQO, (Murillo Castillo *et al.* 2012). Diversos sistemas de acuícolas ya han sido desarrollados a escala menor en donde se ha comprobado el éxito del uso de plantas acuáticas similares a *L. laevigatum* para la producción de forraje (Hasan & Chakrabarti 2009).

El presente estudio permitirá conocer las mejores condiciones para su propagación y analizar su potencial como forraje y sumidero de carbono bajo condiciones de laboratorio.

Conociendo sus cualidades y controlando su crecimiento, esta especie podría ser implementada en sistemas integrados, donde la producción de esta planta podría servir para el manejo de aguas servidas, producción de forraje para animales de granja o acuáticos y, al mismo tiempo, como sumidero de carbono que permite darle un valor agregado al proceso productivo.

ANTECEDENTES

Las plantas acuáticas y su propagación

Las plantas acuáticas son utilizadas a nivel mundial con múltiples fines, entre ellos, los ornamentales, de forraje, de biorremediación y de producción de fibras (Martelo & Borrero 2012, USDA, ARS, National Genetic Resources Program 2014). Para poder optimizar la propagación y el uso de estas especies es necesario conocer sus requerimientos de nutrientes y su potencial de crecimiento frente a las diferentes condiciones abióticas a las que se les somete (Bendoricchio *et al.* 2000, Mkandawire & Gert Dudel 2007).

La concentración de nutrientes en el agua juega un rol fundamental en la propagación de plantas acuáticas. Este factor ha sido estudiado ampliamente en especies acuáticas útiles para forraje y fitorremediación como *Eichhornia crassipes* y *Lemna spp*; de quienes se conoce su productividad frente a las concentraciones de nutrientes apreciando cómo concentraciones adecuadas potencian su crecimiento, y como el exceso de minerales y sales resultan siendo tóxicos (Sunday 2002, Clostre & Suni 2006, Caldelas *et al.* 2009, Canales-Gutiérrez 2010). Otra macrófita en la cual se ha estudiado el efecto de la concentración de nutrientes en su crecimiento es *Schoenoplectus americanus*, una especie útil por su fibra (León *et al.* 1998) que presenta una alta producción de tallos bajo concentraciones altas de nitratos y fosfatos; así como una alta tasa de floración frente a concentraciones muy bajas de estos dos elementos (Aponte 2009).

Efecto de la luz en el crecimiento de las plantas acuáticas

La luz es un componente fundamental en el crecimiento vegetal, ya que es la fuente de energía para realizar la fotosíntesis. La luz está compuesta por un conjunto de rayos entre los cuales se encuentra la radiación fotosintéticamente activa, conocida como la radiación PAR, la cual representa en algunos casos menos del 50% de luz en el ecosistema (Begon *et al.* 2009). Así, la luz es un componente escaso en ecosistemas como los sotobosques, donde las plantas vasculares tienden, entre otras respuestas fisiológicas, a aumentar el tamaño de sus hojas a fin de compensar las deficiencias lumínicas, reducir el grosor de las hojas, aumentar la exposición de los cloroplastos y en algunos casos reducir el grosor de las piezas foliares como las pinnas (Schulze *et al.* 2005, Aponte *et al.* 2011).

En el grupo de las plantas acuáticas flotantes se conocen también algunas respuestas a la luz. En plantas como *Lemna minor*, ocurre un funcionamiento diferencial de las enzimas como la glicolato oxidasa, catalasa y ribulosa bifosfato oxidasa con la luz, la cual es mayor conforme aumenta la irradiancia, aumentando su tasa de crecimiento; al mismo tiempo que los peroxisomas adoptan estructuras tridimensionales como fisiones, fusiones y ramificaciones (Ferreira *et al.* 1989). Asimismo el metabolismo y la floración pueden verse afectados, como se demuestran en los estudios que evidencian que los cambios en el fotoperiodo y la calidad de la luz afecta considerablemente el crecimiento y la floración de especies acuáticas del género *Lemna* que en días cortos redujeron la floración (Hillman 1966, 1976, Kato 1982). Otros trabajos como el de Cedergreen & Masden (Cedergreen & Madsen 2004) muestran que a condiciones altas de nitratos y de luz combinados permiten el mejor crecimiento de *Lemna minor*, mientras que el consumo de nitratos disminuye con la disminución de la luz. El uso de *Lemna* spp. para la producción de forraje en acuicultura está determinada también por las condiciones lumínicas, dado que la disminución de la luz afecta su crecimiento (Hasan & Chakrabarti 2009).

Finalmente, algunos cambios moleculares a nivel del ARN (por ejemplo, la inactivación del ARNm por exceso de luz) han sido reportados debido a estímulos luminosos (Tobin 1978), lo que muestra la relación estrecha entre el metabolismo a nivel molecular y los estímulos lumínicos.

Las plantas acuáticas y su uso como forraje

Las plantas son utilizadas por el ser humano con múltiples fines, uno de estos es su uso como forraje. A nivel mundial tenemos alrededor de 887 plantas que se utilizan con este fin (USDA, ARS, National Genetic Resources Program 2014). Las plantas que sirven para forraje deben caracterizarse por tener gran capacidad de adaptación y persistencia, eficiente crecimiento y perdurabilidad, altas producciones de biomasa de buena calidad, y un alto grado de aceptación por los animales (Olivera *et al.* 2012). Muchas plantas acuáticas cumplen con estas características por su alta tasa de crecimiento, palatabilidad, alto nivel de proteínas, bajo contenido en fibras, y presencia de cenizas en concentraciones considerables (Linn *et al.* 1973, Pistori *et al.* 2004); lo que las ha convertido en excelentes suplementos nutricionales para animales e inclusive hasta para el ser humano (Vásquez *et al.* 1998, Reid & Stanley 2003). Algunos estudios para su uso a pequeña escala han demostrado el gran potencial de las macrófitas acuáticas como *Lemna* spp y *Eichhornia crassipes* con estos fines (Hasan & Chakrabarti 2009).

Las plantas acuáticas pueden ser utilizadas como alimentos para animales de granja y peces debido a que constituyen fuentes proteicas de alto valor nutricional (18 a 32% en base seca), aunque algunas tienen como deficiencia que son alimentos muy voluminosos por su baja producción de materia seca que oscila entre 5 -6 % (Thanh *et al.* 1997, Escamilla 1998). Especies como *Eichhornia crassipes* han sido ampliamente estudiadas con estos fines a partir de análisis

químicos proximales, los cuales permiten estudiar las características del tejido vegetal para su posterior aplicación como suplemento dietario en animales (Okoye *et al.* 2002, Sunday 2002, Sotolu 2010). Trabajos realizados con las especies de *Lemna sp* y *Azolla sp* para la alimentación de tilapia han mostrado buenos resultados con respecto al crecimiento y supervivencia durante el ciclo reproductivo (Gaigher *et al.* 1984, Hassan & Edwards 1992, Glas 2000, Ponce & Fitz 2004, Mohedano *et al.* 2005).

Las características nutricionales de los tejidos de las plantas para forraje pueden variar, dado que las condiciones nutricionales en los ecosistemas donde habitan son diferentes; en las plantas acuáticas, la concentración de nutrientes en el agua influyen en el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y otros minerales en los tejidos de las plantas, fenómeno que ha sido demostrado en plantas acuáticas como *Schoenoplectus americanus* y *Lemna gibba* (Clostre & Suni 2006, Aponte 2009); en consecuencia el contenido de proteínas, grasas y fibras en los tejidos de las plantas estará supeditado también a la ración de nutrientes que reciban. En este contexto, es importante trabajar con especies de las que se conozca sus requerimientos para obtener un crecimiento óptimo, produciendo tejidos de buena calidad que garanticen la rentabilidad del proceso de propagación.

Captación de carbono

El aumento de la temperatura en los últimos años ha causado preocupación de sectores científicos, sociales y económicos; volviéndose un tema de discusión primordial para la población humana (Millennium Ecosystem Assesment 2005). Una de las formas de mitigar ese efecto es mediante la valoración de los servicios ecosistémicos que son beneficios que obtenemos a partir de nuestra interacción con la naturaleza, encontrando como parte de estos servicios la captación de carbono (Celleri 2010). Mediante la valoración de los servicios ecosistémicos es posible reconocer el valor de los ecosistemas y de las especies que en ellos

habitan. Por ejemplo, a nivel mundial, el servicio de captura de carbono se encuentra valorada entre 10 y 188 \$/T/año (Mogas Amorós & Riera Mical 2005). Dichos costos entran en el mercado de bonos de carbono, y como todos los bienes sus costos pueden reducirse o aumentar ya que dependen de la bolsa de valores, la cual está estrechamente ligada con la economía mundial y determina el precio de estos servicios.

Esta capacidad captadora de carbono en los ecosistemas puede calcularse de múltiples formas. Una de ellas, consiste en la medición de la biomasa presente en el hábitat mediante métodos alométricos (medición de la biomasa vegetal a partir de ecuaciones que estiman el volumen de las plantas) y el respectivo porcentaje de carbono que se encuentra en la misma; de esta forma podemos saber la cantidad de carbono que se captó por el ecosistema (Rünitz *et al.* 2008). Como resultado, se obtienen la cantidad de carbono captado en toneladas de carbono por unidad de área o por ecosistema, por ejemplo T/ha o T/ ecosistema. Ejemplo de ello es el trabajo realizado por Martel y Cairampoma en formaciones vegetales amazónicas de Madre de Dios (Perú), las cuales almacenan alrededor de 776 mil toneladas de carbono (Martel & Cairampoma 2012). Este método no permite conocer el tiempo en el cual esta cantidad de carbono ha sido captado, ya que ello depende de la tasa de crecimiento de las especies vegetales en el ecosistema, ya que si las plantas crecen, se capta carbono; de no hacerlo, la captación es nula. Procesos similares se han realizado para ecosistemas no arbóreos de la costa del Perú, como el realizado por Palomino y Cabrera (2012), estimando la captación de carbono en especies como la *Schoenoplectus californicus* “tatora” (28.9 TC/ha), *Schoenoplectus americanus* “junco” (18.6 TC/ha), *Paspalum vaginatum* (17 TC/ha) y *Sarcocornia neei* (6.1 TC/ha) en los humedales de Puerto Viejo.

Se ha calculado también la productividad (TC/ha) de algunas especies acuáticas como *Eichhornia azurea* y *Nymphaea rudgeana* para algunas localidades de Brasil (Coutinho 1989; Camargo and Florentino 2000), *Paspalum fasciculatum*, *Paspalum repens*, *Luziola spruceana*, *Oryza perennis* (Junk & Piedade 1993), *Pontederia cordata* (Penha 1994) y *Nymphoides indica* (Menezes 1984)(Tabla 1).

Algunas variaciones de este método han sido aplicadas. Por ejemplo, algunas veces se utiliza la edad de los árboles para calcular la tasa de fijación de carbono. Ejemplo de ello es el trabajo de Ávila *et al.* (2001) realizado en ecosistemas silvopastoriles que contenían *Eucalyptus deglupta*, *Brachiaria byzantha* y *Acacia mangium* encontrando que sus tasas de fijación de carbono varían entre 0.4 y 2.2 T/ha/año de carbono. Al estratificar los ecosistemas, es posible aplicar estas técnicas y medir la capacidad de carbono de determinados ambientes. Como resultado, se obtienen la cantidad de carbono captado en toneladas de carbono por unidad de área o por ecosistema y por unidad de tiempo (por ejemplo T/ha/año o T/ecosistema/año).

Tabla 1. Tabla comparativa de Producción Primaria Neta (PPN) de algunas angiospermas acuáticas (PPN expresados en Toneladas de Carbono).

Macrófitas acuáticas	Tipo ecológico	PPN (T/h)
<i>Paspalum fasciculatum</i> ¹	Emergente	70
<i>Paspalum repens</i> ¹	Emergente	31
<i>Luziola spruceana</i> ¹	Emergente	7,6
<i>Oryza perennis</i> ¹	Emergente	27,0
<i>Pontederia cordata</i> ^{2,3}	Emergente	3,8-9,7
<i>Eichhornia azurea</i> ^{4,5}	Emergente	3.5-17,5
<i>Nymphoides indica</i> ²	Flotante	7,6
<i>Nymphoides rudgeana</i> ⁶	Flotante	3.8

1:Junk & Piedade(1993)

2:Menezes (1984)

3:Penha (1994)

4:Coutinho (1989)

5:Ikushima & Gentil (1987)

6:Camargo & Florentino (2000)

Algunas veces se utilizan datos previamente cuantificados para el cálculo de la captación total por ecosistema. Por ejemplo, Irving et al. (2011) utilizan tasas de crecimiento previamente calculadas para humedales, manglares y bosques de macroalgas, los cuales varían entre 0.60 y 2.10 T/ha/año de carbono.

Así, algunos ecosistemas silvícolas y agroforestales han sido diseñados con fines de captura de carbono (cuya capacidad captadora de carbono varían entre 0.93 y 7.23 T/ha/año, (Soto-Pinto *et al.* 2001)). Otros ecosistemas, como humedales de zonas templadas frías tienen una capacidad que varía entre 0,08 y 0,6 T/ha/año, (Roulet, 2000). Algunos bosques semiáridos de pinos evaluados en Estados Unidos (Arizona) captan 1,6 T/ha/año, (Dore et al. 2008), mientras que pastizales de zonas templadas (Sud este de Inglaterra) captan alrededor de 1,9-2,6 T/ha/año (Jaksic et al. 2006).

La especie en estudio: *Limnobium laevigatum*

El género *Limnobium* pertenece a la clase Equisetópsida, Orden Alismatales y a la Familia Hydrocharitaceae (Missouri Botanical Garden 2015). *Este género* se encuentra representado en el Perú únicamente por la especie *Limnobium laevigatum* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine.. Esta especie se distribuye entre los 0 y 500 metros sobre el nivel del mar, habiéndose reportado para ambientes lacustres y ribereños de los departamentos de Lima, Ucayali y Loreto (Brako & Zarucchi 1993, Ramirez & Cano 2010). A nivel mundial, especie se encuentra distribuida principalmente en los países del Neotrópico (Missouri Botanical Garden 2016)

Esta planta tiene un porte herbáceo y es de tipo acuática flotante. A partir de la colecta de esta especie para el presente estudio (H. Aponte 265b, depositado en

el Herbario USM) es posible realizar la descripción de la planta. Esta especie presenta de 4 a 7 hojas flotantes (20 - 30 mm x 20 - 40 mm) por rameto, cada hoja con presencia de parénquima aerífero en la cara abaxial (Figura 1). Los rametos se encuentran unidos en grupos de 4 o 5 formando un geneto.



Figura 1. Vista superior (a) y lateral (b) de *Limnobium laevigatum*. En b se aprecia el parénquima aerífero (pa) que permite su flotación. Escala: 1cm.

Esta planta presenta dos tipos de reproducción: a) sexual, por medio de la producción de flores y semillas y b) clonal, por la producción de nuevos clones (de aquí en adelante rametos) que forman parte de una misma planta madre (de aquí en adelante geneto) hasta la separación.

Limnobium laevigatum se caracteriza por tener un rápido crecimiento, invadiendo hábitats y transformándose en una plaga en países de Norte y Sud América (San Martín & Boetscher 2003, USDA, ARS, National Genetic Resources Program 2014).

La productividad y la floración de esta especie varían dependiendo de las estaciones del año, siendo en verano la época en la que la población alcanza su mayor producción de biomasa así como la floración (Boettcher Fuentes 2007).

Esta especie es una especie con potencial para la biorremediación, habiéndose comprobado que presenta una gran eficacia en el tratamiento de aguas servidas disminuyendo la demanda química de oxígeno (DQO) (Murillo Castillo *et al.* 2012)

parámetro referencial de la contaminación del agua (a mayor DQO, mayor actividad bacteriana). A pesar de ello aún no se cuenta con trabajos que permitan conocer como las concentraciones de nutrientes afectan su crecimiento con la finalidad de optimizar su propagación a gran escala.

A pesar de ser altamente invasiva, el rol de *L. laevigatum* en los humedales es muy importante. Esta especie forma parte de la dieta de algunas aves sudamericanas como *Cygnus melancoryphus* y *Gallinula chloropus galeata* (Beltzer *et al.* 1991, Corti & Schlatter 2002) así como de algunos invertebrados como *Paulinia acuminata* (Carbonell *et al.* 2006). Corti & Schatteler (2002) realizaron un estudio químico proximal de *L. laevigatum*, mostrando que la especie, en condiciones naturales, puede llegar a tener hasta un 16% de proteínas (% en base seca), lo que la hace interesante como planta forrajera. Sin embargo, esta concentración de proteínas podría cambiar en procesos de propagación bajo condiciones de laboratorio, donde las condiciones de luz y espacio son las más apropiadas, y los nutrientes no son limitantes.

MÉTODOS

Flujograma de la investigación

El presente Flujograma resume la investigación realizada durante el programa de doctorado (Figura 2). Inicialmente se hicieron análisis para conocer la concentración de nutrientes adecuada para la propagación de la especie bajo condiciones de laboratorio. Con los dos mejores tratamientos se halló la capacidad de carga poblacional (K) y la cantidad de proteínas en el tejido.

Durante estos experimentos, fue marcada la influencia de la luz en el crecimiento de la especie, por lo que, utilizando el tratamiento 25X, donde se tuvo los mejores resultados de productividad (mayor porcentaje de proteínas y K más altos), se procedió a evaluar el efecto de la luz y recalcular K bajo las mejores condiciones de luz.

Con los datos obtenidos se procedió a realizar modelos de crecimiento para poder estimar la productividad (captación de CO₂ y producción de proteínas) de la planta bajo condiciones de laboratorio.

En las siguientes secciones se detallan los métodos seguidos en cada uno de los experimentos.

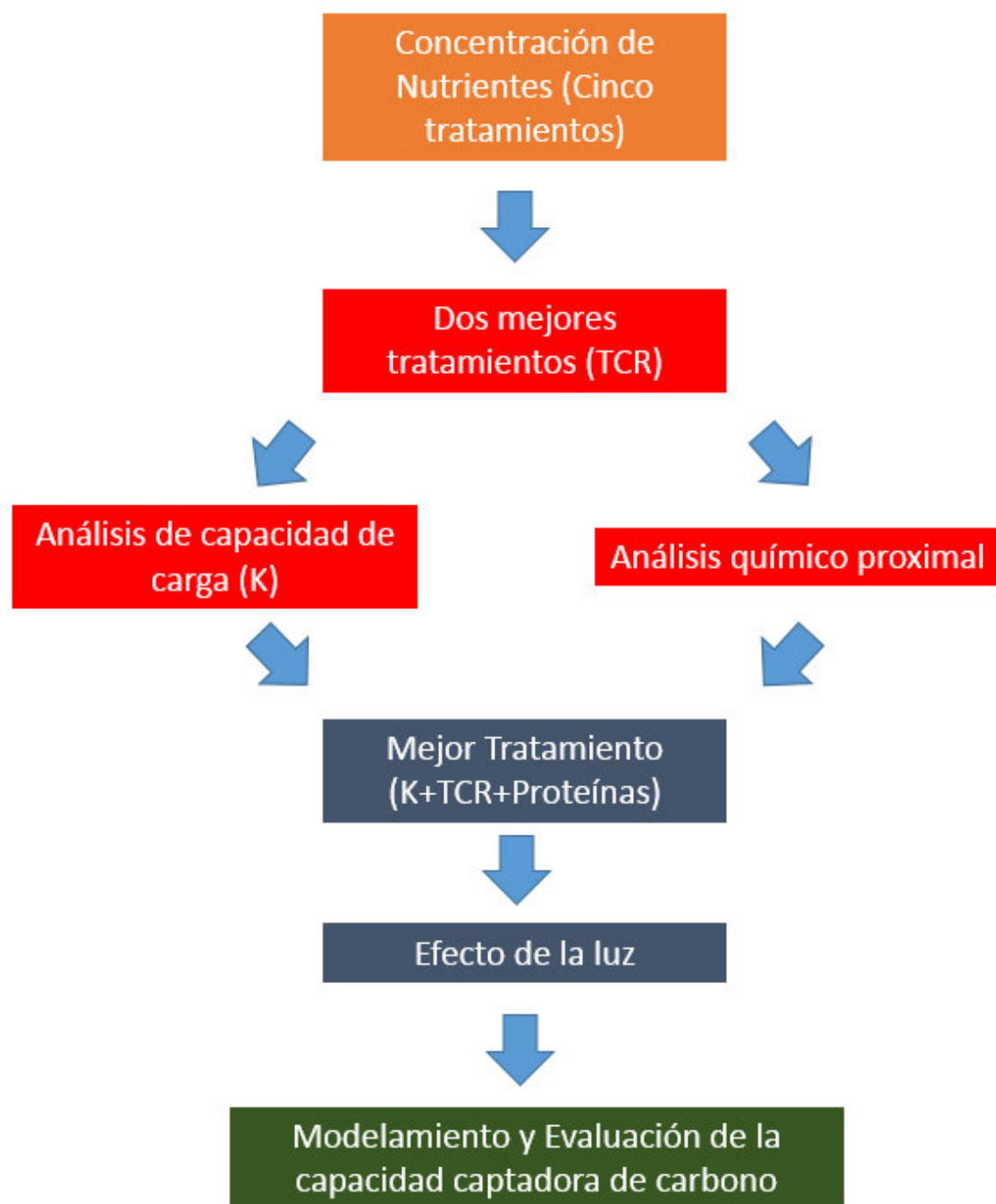


Figura 2. Flujograma de la parte experimental. TCR=Tasa de crecimiento relativo; K=Capacidad de carga.

Periodo de aclimatación para experimento a diferentes concentraciones de nutrientes

Los rametos fueron colectados en las cercanías del Humedal Pantanos de Villa (18L 284263.97 E – 8649114.35 S, 5m sobre nivel del mar). Estos, fueron llevados al Laboratorio de Biología Marina de la Universidad Científica del Sur (Figura 3), donde se limpiaron y sembraron en un medio de cultivo hidropónico con concentración obtenida según estudios preliminares (Flores *et al.* 2012). Se anotaron las condiciones de temperatura e iluminación durante la etapa de aclimatación.

Las condiciones de Iluminación, Fotoperiodo, Temperatura y Humedad durante la etapa de aclimatación se muestran en la Tabla 2, Anexo 1 y Anexo 2.

El mismo proceso de aclimatación se siguió para los experimentos para hallar K y para analizar los efectos de luz (ver detalles en secciones siguientes).

Tabla 2. Condiciones de Iluminación, Fotoperiodo, Temperatura y Humedad durante la etapa de aclimatación. Se muestra el Promedio \pm DE (Máximo – Mínimo).

Condición	
Iluminación (W/m ²)	62.00 \pm 72.99 (4.00-269.2)
Iluminación (μ mol/cm ²)*	268.58 \pm 316.83 (2.71-1173.73)
Fotoperiodo(horas/día)	12.71 \pm 0.06 (12.60-12.80)
Temperatura del agua (°C)	25.92 \pm 3.03 (21.70 - 33.20)
Temperatura Laboratorio (°C)	25.33 \pm 2.09 (21.40-30.90)
Humedad Relativa (%)	81.00 \pm 6.71 (65 - 84)

*Valor referencial a partir de equivalencia.



Figura 3. Tanque de propagación durante la etapa de aclimatación

Diseño Experimental

Efecto de los nutrientes en el crecimiento bajo condiciones de Laboratorio

Se trabajó con 100 rametos producidos durante la etapa de aclimatación. Los rametos fueron separados en cinco tratamientos, caracterizados por contener macro y micronutrientes en proporciones similares pero en diferentes concentraciones según el tratamiento (Tabla 3). Estas soluciones fueron preparadas teniendo como referencia las proporciones de relación mutua entre aniones y entre cationes en soluciones hidropónicas (Lara Herrera 1999) y los valores encontrados en el área en que fue colectada la especie Anexo 3. Para ello se utilizó la solución San Marcos A y B (valores de la solución entregados por los fabricantes) y agua de caño (para las características de esta ultima revisar Anexo 3).

Tabla 3. Características de las soluciones nutritivas utilizadas en cada tratamiento (0X, 12,5X, 25X, 50X y 100X). Todos los valores de los elementos están en partes por millón (ppm) a excepción del pH y la conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Los valores incluyen los cationes contenidos en el agua de caño con la que fue preparada cada solución.

	0X	12.5X	25X	50X	100X
N	18,08	43,08	68,08	118,08	218,08
P	0,40	31,65	62,90	125,40	250,40
K	7,02	12,02	17,02	27,02	47,02
Mg	18,72	23,09	27,47	36,22	53,72
S	42,72	48,47	54,22	65,72	88,72
Ca	87,20	101,70	116,20	145,20	203,20
Fe	0,02	0,21	0,39	0,77	1,52
Mn	0,00	0,06	0,13	0,25	0,50
Zn	0,09	0,12	0,14	0,19	0,29
Cu	0,01	0,02	0,04	0,06	0,11
B	0,67	0,72	0,77	0,87	1,07
Mo	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
pH	7,7	7,9	7,8	7,6	7,2
CE	813,1	952,3	1117,6	1462,0	2077,9

Por cada tratamiento se hicieron 20 repeticiones. Cada repetición consistió en un rameto ubicado en un envase de vidrio (beaker) de 600ml, con 300ml de la solución nutritiva propia de cada tratamiento. Al inicio, cada repetición tuvo un rameto.

Cada beaker estuvo protegido por un plástico negro que cubría la exposición de la solución a la luz, evitando el crecimiento de algas. Cada siete días los envases de vidrio fueron limpiados (se retiró la materia muerta) y la solución de cada envase fue cambiada por una nueva a la misma concentración a fin de mantener las mismas condiciones de nutrientes a lo largo del experimento (Figura 4).

Las condiciones de Iluminación, Fotoperiodo, Temperatura y Humedad durante el experimento se muestran en la Tabla 4, Anexo 1 y Anexo 2. Estos datos fueron obtenidos anotando dichos parámetros tres veces al día (de lunes a viernes) haciendo uso de un luxómetro (LX1330B) y un termohigrómetro Radioshak ©. El fotoperiodo fue obtenido de la página web tablademareas.com utilizando como referencia la estación Lima (12°19'53"S; 76°56'36"W). La conversión de unidades lux a $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$ se realizó por medio de una calibración del luxómetro con un medidor de cuantos (Apogee instruments).

El experimento terminó cuando las plantas ocuparon la totalidad de los envases, evitando de esta forma que la falta de espacio (y la subsecuente superposición de las hojas) sea un parámetro a considerar en esta evaluación.

Durante el experimento se registró el número de rametos en cada repetición, asimismo se contó el número de hojas de todos los rametos por repetición; de estas se anotó el número de hojas cloróticas y el número de hojas muertas. Utilizando un papel milimetrado y una balanza analítica, se midió el área ocupada por el rameto. Se anotó también el tamaño de la raíz más larga en cada repetición, así como el peso total de rametos por repetición. A fin de no estresar a las plantas durante el experimento, todas estas mediciones se realizaron cada siete días.



Figura 4. Distribución de los beakers para el trabajo experimental.

Tabla 4. Condiciones de Iluminación, Fotoperiodo, Temperatura y Humedad durante el experimento de propagación a diferentes concentraciones de nutrientes. Se muestra el Promedio \pm DE (Máximo – Mínimo).

Condiciones	
Iluminación (W/m^2)	41.74 ± 53.66 (4.60 - 264.4)
Iluminación($\mu\text{mol/m}^2/\text{seg}$)*	181.64 ± 232.75 (2.71-1152.85)
Fotoperiodo (horas/día)	12.48 ± 0.07 (12.37-12.58)
Temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$)	27.30 ± 3.40 (24.20 - 27.40)
Temperatura Laboratorio ($^{\circ}\text{C}$)	25.20 ± 1.69 (21.80 - 32.80)
Humedad Relativa (%)	72.39 ± 5.42 (60 - 84)

*Valor obtenido por equivalencia.

Análisis químico proximal (AQP) en *L. laevigatum*

Para realizar el AQP se propagaron plantas bajo las dos mejores concentraciones de nutrientes obtenidas (Soluciones 12.5X y 25X) en tanques de 50 cm x 50 cm por un periodo de 20 días (momento en que las hojas de los rametos aún no se superponían). Para obtener un resultado similar al del experimento previo se le mantuvo a las condiciones indicadas en la Tabla 4. A manera referencial, se realizó también el AQP de plantas obtenidas de campo, con la finalidad de compararlas con las obtenidas en laboratorio.

En laboratorio se halló el porcentaje de materia seca mediante el método gravimétrico. La ceniza fue determinada mediante la carbonización de la muestra en un horno de incineración a 600°C. Para la determinación de grasa total se realizó una extracción de grasa por arrastre con hexano en equipo Soxhlet. La fibra fue determinada mediante la ebullición de la muestra en hidróxido de sodio diluido, ácido clorhídrico diluido, alcohol y éter. La proteína total fue determinada por el método de Micro Kjendahl utilizando 6.25 como factor de conversión (USDA 1931). Para todos los métodos se utilizaron los procesos estandarizados por la Association of Official Analytical Chemist (Cunniff & AOAC International 1997). El porcentaje restante (sin considerar la fibra) fue considerado como carbohidratos y se obtuvo a partir de los valores promedios. Las muestras de las plantas de cada tratamiento fueron procesadas por separado y cada proceso se hizo por triplicado. Se calculó la cantidad de kilocalorías representadas por las proteínas, grasas, carbohidratos y las kilocalorías totales utilizando los factores específicos de para proteínas (2.11), grasas (8.37) y carbohidratos (3.57) (FAO 2003). Todo este trabajo se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Científica del Sur; a excepción del análisis de proteínas fibra y grasa de la muestra de campo, que por motivos logísticos tuvieron que ser procesadas en los laboratorios de la consultora Intertek con los mismos métodos (en este caso se contó solamente con un valor para cada parámetro medido).

Obtención de la capacidad de carga (primer experimento)

Para conocer la capacidad de carga (K), es decir, la biomasa máxima de *L. laevigatum* que puede haber por unidad de área en laboratorio, se realizó un experimento utilizando las dos soluciones que dieron los mejores resultados en el experimento anterior (12.5X y 25X).

Por cada tratamiento se hicieron 20 repeticiones. Cada repetición consistió en un geneto, ubicado en un envase de vidrio de 600ml, con 300ml de la solución nutritiva propia de cada tratamiento (Figura 5). Los genetos utilizados fueron previamente propagados en las instalaciones de la Universidad Científica del Sur. Cada envase de vidrio estuvo protegido por un plástico negro que cubría la exposición de la solución a la luz, evitando el crecimiento de algas. Cada siete días los envases de vidrio fueron limpiados (se retiró la materia muerta) y la solución de cada envase fue cambiada por una nueva a la misma concentración a fin de mantener las mismas condiciones de nutrientes a lo largo del experimento. Este experimento fue desarrollado en el laboratorio de Biología 3 de la Universidad Científica del Sur.

Utilizando una balanza eléctrica (0.01g de precisión) se registró la biomasa cada siete días. El experimento terminó a los 98 días, 21 días después de que la biomasa llegó a su máximo manteniéndose en una densidad similar, siendo negativa o nula la tasa de crecimiento.

Las condiciones de Iluminación, Fotoperiodo, Temperatura y Humedad durante el experimento se muestran en la Tabla 5, Anexo 4. Estos datos fueron obtenidos anotando dichos parámetros tres veces al día (de lunes a viernes) haciendo uso de un luxómetro (LX1330B) y un termohigrómetro Radioshak ©. El fotoperiodo fue obtenido de la página web tablademareas.com utilizando como referencia la estación Lima (12°19'53"S; 76°56'36"). La conversión de unidades lux a $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$ se realizó por medio de una calibración del luxómetro con un medidor de cuantos (Apogee instruments).

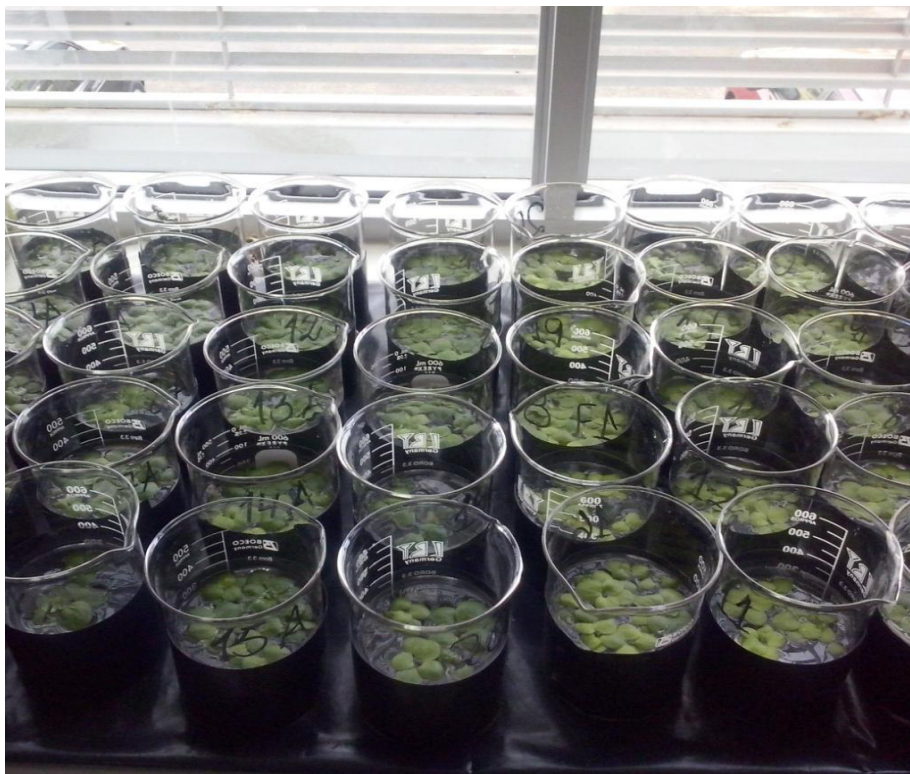


Figura 5. Distribución de los beakers para el experimento sobre capacidad de carga.

Tabla 5. Condiciones de Iluminación, Fotoperiodo, Temperatura y Humedad durante el primer experimento de capacidad de carga. Se muestra el Promedio \pm DE (Máximo – Mínimo).

Condiciones	
Iluminación ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$)*	$35.01 \pm 30.77 (4-243)$
Fotoperiodo (horas/día)	$12.28 \pm 0.31 (11.73-12.76)$
Temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$)	$24.34 \pm 1.03 (20.50-26.07)$
Temperatura Laboratorio ($^{\circ}\text{C}$)	$24.03 \pm 1.14 (19.8-27.9)$
Humedad Relativa (%)	$75.43 \pm 3.04 (65 - 84)$

*Valor obtenido por equivalencia

Efecto de la luz en el crecimiento de *L. laevigatum* y segundo experimento para hallar K

Fruto del primer experimento para conocer la capacidad de carga, se observó una variación marcada en la tasa de crecimiento relativo a causa de las variaciones lumínicas. Por este motivo, se diseñó un experimento para comprobar el efecto de la luz en el crecimiento de la planta.

Habiendo determinado la mejor concentración de nutrientes a la que crece *L. laevigatum* (la solución 25X obtuvo una alta tasa de crecimiento y un alto contenido proteico, sin fallar en condiciones bajas de luz), se probó el crecimiento de la planta bajo tres condiciones lumínicas (Tratamientos 1, 2 y 3 que equivalen al 100% de luz, 55% de luz y 8% de luz; Anexo 5, Tabla 6; los valores de Luz se obtuvieron con un medidor de quantos Apogee, y la temperatura se obtuvo mediante un termohigrómetro Radioshack, todos los datos se midieron tres veces al día de lunes a viernes). La humedad relativa del laboratorio fue del 75% (66-85%). El fotoperiodo fue de 12.37 horas de luz en promedio (12.37 \pm 2.28 (11.86-12.8)). Las plantas fueron colectadas en diciembre del 2014 y pasaron por un proceso de aclimatación durante 30 días. Previamente, se determinaron tres espacios en el laboratorio donde la variación de la cantidad de luz fue significativa (utilizando el medidor de cuantos Apogee, Anexo 6).

Tabla 6. Características de los tratamientos para la evaluación de luz durante los 28 primeros días.

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Luz ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$)	142.6 \pm 141.61 (0.34-764)	77.88 \pm 89.08 (0.14-363)	11.21 \pm 11.10 (1-37)
Luz %	100	55	8
T° Ambiental (°C)	24.61 \pm 1.25 (22.4-27.3)	23.85 \pm 0.70 (22.6-25.4)	23.85 \pm 0.70 (22.6-25.4)
T° H₂O (°C)	26.38 \pm 2.49 (22.7-32.1)	26.11 \pm 2.06 (23.3-31.1)	25.647 \pm 2.38 (20.8-32.0)

Por cada tratamiento se hicieron 30 repeticiones. Cada repetición consistió en un rameto ubicado en un envase de vidrio de 600ml, con 300ml de la solución nutritiva escogida (25X). Al inicio, cada repetición tuvo un rameto.

Cada envase de vidrio estuvo protegido por un plástico negro que cubría la exposición de la solución a la luz, evitando el crecimiento de algas. Cada siete días los envases de vidrio fueron limpiados (se retiró la materia muerta) y la solución de cada envase fue cambiada por una nueva a la misma concentración a fin de mantener las mismas condiciones de nutrientes a lo largo del experimento

Durante los primeros 28 días se registró el número de rametos en cada repetición, asimismo se contó el número de hojas de todos los rametos por repetición; de estas se anotó el número de hojas cloróticas y el número de hojas muertas. Utilizando un papel milimetrado y una balanza analítica, se midió el área ocupada por el rameto. Se anotó también el tamaño de la raíz más larga en cada repetición, así como el peso total de rametos por repetición. Se midió también la concentración de clorofila en las hojas más grandes y más pequeñas utilizando un clorofilómetro (Minolta SPAD-502 PLUS); en este caso se sacrificó 10 hojas grandes y 10 hojas pequeñas a 10 repeticiones seleccionadas aleatoriamente de cada tratamiento. A fin de no estresar a las plantas durante el experimento, todas estas mediciones se realizaron cada siete días, salvo la medición de clorofila que se realizó a los 0 días y a los 28 días. Posterior a los 28 días solamente se registró el peso fresco del tratamiento que tuvo la mayor productividad. Este seguimiento continuó hasta que la tasa de crecimiento relativa promedio de todos los tratamientos se hiciera cero o negativa, donde se consideró que había llegado a su capacidad de carga (K).

Porcentaje de carbono en el tejido de *L. laevigatum*

En las plantas del tratamiento que tuvo mayor productividad (25X, 100% de luz) se halló el porcentaje de carbono en la materia seca (%C) siguiendo la metodología descrita por el método de (Walkley & Black 1934) que consiste en medir el carbono orgánico en la muestra a partir de la oxidación de la misma con una muestra que contiene azufre y cromo. Este análisis se realizó por triplicado en el Laboratorio de Agua y Suelo de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Análisis estadístico y procesamiento de datos

En todos los experimentos se hicieron análisis descriptivos y pruebas de hipótesis cada vez que fue necesario. En todos los casos se halló el promedio, la varianza, el máximo y el mínimo. Para las pruebas de hipótesis se hicieron análisis de normalidad y homocedasticidad previo a la prueba. Si cumplía con estas características se aplicó ANOVA; de no ser así, se aplicó la prueba de Kruskal Wallis. Todos estos análisis se hicieron utilizando el software PAST 2.17c (Hammer *et al.* 2001). Las pruebas específicas de cada experimento se describen a continuación.

Propagación bajo diferentes condiciones de nutrientes y evaluación del efecto de la luz

Para comparar el efecto del tratamiento en las variables número de hojas, peso, largo de la raíz, número de rametos y el área foliar se utilizó un ANOVA de medidas repetidas para comparar las medias de los tratamientos a lo largo del tiempo y de esta manera corregir la falta de independencia de los datos (a diferencia del ANOVA convencional, este análisis es utilizado para considerar el conjunto de datos desde el inicio hasta el final del experimento). Para el caso de las variables Porcentaje de hojas cloróticas y Porcentaje de hojas muertas, se

tomó la proporción de estas con respecto al número total de hojas de cada semana; los datos fueron transformados con la función Arcseno para corregir su normalidad y finalmente comparados utilizando un ANOVA de una vía.

El estudio del crecimiento es una herramienta de amplio uso al caracterizar el desarrollo de plantas. De los parámetros necesarios para su cálculo uno de los más importantes es la tasa de crecimiento relativo (TCR) definido como r en la ecuación:

$$W_2 = W_1 \cdot e^{r(t_2-t_1)} \dots (1)$$

Donde W_2 y W_1 son el peso en el tiempo 2 (t_2) y peso en el tiempo 1 (t_1) respectivamente. Por la forma de crecimiento obtenida en el experimento (exponencial), el modelo se adapta al crecimiento de la especie. Los valores de r para cada tratamiento fueron estimados utilizando la fórmula modificada descrita en (Hoffmann & Poorter 2002):

$$r = \frac{\overline{\ln WF_i} - \overline{\ln WI_i}}{t} \dots (2)$$

Donde WF y WI son el peso final e inicial de cada planta (i) dentro de cada tratamiento, y el tiempo (t) fue de 21 días (duración total del experimento).

Análisis de la capacidad de carga (K)

Para calcular el tiempo que demoró en llegar a K se realizaron regresiones. Se eligió la mejor regresión que se adaptara al comportamiento de la Tasa de Crecimiento relativo. La selección de la regresión se hizo considerando el Error estándar, y el coeficiente de Correlación de la ecuación, los cuales fueron hallados en Curve Expert profesional 2.2 (Hyams 2010).

Análisis químico proximal

Los análisis estadísticos descriptivos se realizaron tal como están descritos al inicio de esta sección. Las kilocalorías obtenidas fueron calculadas a partir de los promedios, por lo que no se aplicaron análisis estadísticos. En el caso de los datos de la fibra y grasa para la muestra de campo solo se pudo contar con un solo dato, por lo que no se compararon estos valores.

Modelamiento del crecimiento poblacional bajo condiciones de laboratorio

Terminado los experimentos para hallar K, se analizaron la totalidad de los datos en función del tiempo y se realizaron regresiones con la finalidad de conocer el modelo que mejor se adapta a los datos. Las regresiones probadas fueron las logísticas y de la familia del crecimiento logístico (Logístico, Sinusoidal y Grompetz). Por cada modelo se halló el Criterio de Información de Akaike (AIC), el coeficiente de determinación (R^2), el coeficiente de correlación y el Error estándar, de tal manera que se pudo elegir el mejor modelo (aquel que muestre mayor correlación, mayor coeficiente de determinación, menor AIC y que tenga el menor error). El uso de estos modelos y la evaluación de estos parámetros son recomendados para la selección de modelos en organismos vegetales, dado que su crecimiento en condiciones de recursos limitados tiene como particularidad la disminución de la TCR conforme va creciendo la población y/o tamaño de la planta (Paine *et al.* 2012). Las regresiones no lineales y obtención de parámetros de selección de modelos fueron obtenidas utilizando los softwares PAST 2.17c (Hammer *et al.* 2001) y Curve Expert profesional 2.2 (Hyams 2010).

Una vez seleccionado el mejor modelo, se aplicó la regresión correspondiente a cada una de las 30 repeticiones del experimento. De esta manera se obtuvieron 30 valores de los parámetros del modelo, pudiendo de esta manera tener

estadísticos descriptivos (promedios, máximos, mínimos y varianza) de los mismos.

Estimación de la productividad de *L. laevigatum*

Utilizando los valores de K del modelo seleccionado (K_{mod}), el porcentaje de materia seca (%MS), el porcentaje de Carbono en el tejido (%C) y el porcentaje de proteínas en la materia seca (%P) se hallaron la productividad en unidades de carbono (PC) y la producción de proteínas (PP). Las ecuaciones utilizadas fueron las siguientes:

$$PC = K_{mod} \times \%MS \times \%C \dots\dots\dots (3)$$

$$PP = K_{mod} \times \%MS \times \%P \dots\dots\dots (4)$$

Se hallaron los valores máximos y mínimos de la productividad utilizando los valores máximos y mínimos de K_{mod} .

Para calcular el tiempo que toma producir esa cantidad de biomasa, se utilizaron regresiones para calcular el primer momento en que la tasa de crecimiento se vuelve cero (momento en que se logra que la planta deja de crecer, en consecuencia, la biomasa máxima que puede haber por unidad de área bajo las condiciones evaluadas).

Utilizando el factor de relación entre el peso molecular del CO_2 y el átomo de carbono (3.66, Diaz Fonseca & Molano Morales 2001) en la ecuación (2) podemos también obtener el equivalente de CO_2 capturado.

RESULTADOS

Los nutrientes en el crecimiento de *L. laevigatum*

Los cambios a lo largo del tiempo del peso, número de hojas, longitud de la raíz, área foliar y número de rametos de cada uno de los tratamientos se presentan en la Tabla 7, Figura 6 y Anexo 7, 8 y 9. La comparación de las medias acumuladas y la significancia de estas diferencias se presentan en las Tablas 8 y 9. La mayor producción de hojas, peso fresco, número de rametos y área foliar se alcanzó con los tratamientos 12,5X y 25X, tratamientos que no presentaron diferencias significativas entre ellos para la mayoría de parámetros evaluados (únicamente tuvieron diferencias significativas en el largo de la raíz, donde las plantas del tratamiento 12,5X lograron una longitud mayor). Los tratamientos 0X y 12,5X promovieron el crecimiento de la raíz en las plantas, el cual fue significativamente mayor que en los tratamientos de mayor concentración de nutrientes ($p < 0.001$, Tabla 8). La clorosis fue mayor en el tratamiento 0X y fue disminuyendo progresivamente conforme aumentó la concentración de nutrientes en los tratamientos. Los tratamientos 50X y 100X presentaron una mayor cantidad de hojas muertas que los tratamientos 0X, 12,5X y 25X ($p < 0.05$, Tablas 8 y 9).

La TCR fue mayor en el tratamiento 12,5X donde se obtuvieron valores promedio de 0,1239, mientras que en los tratamientos 0X, 25X, 50X y 100X se obtuvieron valores de 0,091, 0,1188, 0,1174 y 0,1210 respectivamente. Los tratamientos 12,5X, 25X, 50X y 100X no tuvieron diferencias significativas en la TCR ($p < 0.05$).

Tabla 7. Número de Hojas (NH), Peso (PE), Largo de la Raíz (LR), Número de Rametos (NR), Área Foliar (AF), Porcentaje de hojas cloróticas (%CL) y porcentaje de Hojas muertas (%HM) para cada uno de los tratamientos (A, B, C, D y E) a los largo del experimento. Se muestra el Promedio+/-Desviación estándar (Máximo – Mínimo).

	DÍA	0X	12.5X	25X	50X	100X
NH	0	2,35 +/-0,49 (2-3)	2,45 +/-0,51 (2-3)	2,45 +/-0,51 (2-3)	2,2 +/-0,41 (2-3)	2,2 +/-0,41 (2-3)
	7	4,75 +/-1,21 (3-7)	5,45 +/-1,15 (4-8)	5,2 +/-1,47 (3-9)	4,4 +/-1,27 (3-7)	4,25 +/-0,97 (3-7)
	14	8,6 +/-2,68 (5-14)	11,2 +/-2,97 (5-15)	11,95+/-4,47 (4-22)	9,75 +/-3,14 (6-16)	8,5 +/-3,04 (3-16)
	21	13,6 +/-4,74 (6-23)	20,85 +/-7,44 (4-31)	22,65+/-9,85 (5-40)	16,85+/-7,98 (5-31)	16,4 +/-5,83 (7-32)
PE	0	0,16 +/-0,07 (0,05-0,38)	0,16 +/-0,06 (0,07-0,29)	0,16 +/-0,08 (0,06-0,32)	0,13 +/-0,07 (0,06-0,25)	0,13 +/-0,06 (0,06-0,3)
	7	0,33 +/-0,15 (0,13-0,76)	0,39 +/-0,14 (0,09-0,66)	0,39 +/-0,15 (0,12-0,54)	0,31 +/-0,14 (0,13-0,58)	0,26 +/-0,15 (0,09-0,77)
	14	0,87 +/-0,50 (0,21-2,12)	0,96 +/-0,43 (0,23-2,23)	0,88 +/-0,44 (0,1-1,61)	0,68 +/-0,38 (0,26-1,52)	0,66 +/-0,33 (0,17-1,66)
	21	1,16 +/-0,71 (0,26-2,75)	2,31 +/-1,06 (0,39-4,81)	2,05 +/-1,05 (0,17-3,66)	1,60 +/-0,99 (0,39-3,54)	1,68 +/-0,87 (0,39-4,2)
LR	0	0,7 +/-0,38 (0,1-1,4)	0,77 +/-0,38 (0,4-1,5)	0,8 +/-0,38 (0,3-1,5)	0,67 +/-0,35 (0,2-1,5)	0,74 +/-0,24 (0,2-1,1)
	7	3,38 +/-0,91 (1,4-4,9)	3,72 +/-1,19 (1,9-7)	2,52 +/-0,71 (0,7-3,4)	1,72 +/-0,79 (0,8-3,3)	1,31 +/-0,55 (0,3-2,3)

	DÍA	0X	12.5X	25X	50X	100X
	14	3,99 +/-1,36 (1,5-6,4)	4,82 +/-1,39 (2,2-7,3)	3,61 +/-1,32 (0,7-5,6)	2,89 +/-1,08 (0,7-5,3)	2,41 +/-0,68 (0,7-3,3)
	21	5,39 +/-2,20 (1,8-10,1)	6,02 +/-1,46 (3,6-9,1)	4,85 +/-1,64 (1,1-8,7)	3,66 +/-1,02 (2,1-5,4)	2,99 +/-0,97 (1,1-4,4)
NR	0	1 +/-0 (1-1)	1 +/-0 (1-1)	1 +/-0 (1-1)	1 +/-0 (1-1)	1 +/-0 (1-1)
	7	1,7 +/-0,57 (1-3)	1,75 +/-0,55 (1-3)	1,6 +/-0,50 (1-2)	1,55 +/-0,51 (1-2)	1,45 +/-0,51 (1-2)
	14	2,7 +/-1,22 (1-6)	3,5 +/-1,19 (1-5)	3,5 +/-1,19 (1-5)	3,3 +/-1,53 (1-7)	3,25 +/-1,12 (1-5)
	21	4,25 +/-1,71 (1-7)	6,85 +/-3,13 (1-12)	8,65 +/-4,01 (1-13)	7,05 +/-3,36 (2-13)	6,95 +/-2,58 (3-13)
AF	0	3,8 +/-1,44 (1,31-7,29)	3,75 +/-1,10 (2,22-6,27)	3,85 +/-1,33 (1,94-6,17)	3,69 +/-1,06 (2,28-5,44)	3,31 +/-0,93 (1,89-5,92)
	7	6,70 +/-2,21 (3,03-11,17)	7,12 +/-2,27 (2,99-11,36)	6,45 +/-2,74 (2,06-10,26)	5,77 +/-2,54 (3,05-10,96)	5,19 +/-1,85 (2,26-10,58)
	14	11,22 +/-4,26 (4,04-18,73)	17,65 +/-7,19 (4,2-30,17)	17,57 +/-8,61 (2,39-29,19)	14,48 +/-7,45 (6,08-27,74)	13,46 +/-5,90 (3,19-28,49)
	21	16,42 +/-7,59 (5,41-30,44)	34,78 +/-16,15 (6,25-70,44)	39,19 +/-21,28 (2,69-68,40)	28,71 +/-17,88 (5,83-65,53)	30,99 +/-15,86 (6,95-74,13)

	DÍA	0X	12.5X	25X	50X	100X
	7	35,77 +/-0,40 (20-50)	3,29 +/-6,86 (0-20)	4,51 +/-8,28 (0-25)	4,17 +/-0,29 (0-33,33)	2,25 +/-6,97 (0-25)
%CL	14	59,75+/14,70 (33,33-80)	14,11+/-8,06 (0-40)	12,65+/-11,49 (0-50)	13,04+/8,19 (0-33,33)	18,95+/15,43 (0-66,66)
	21	52,51+/15,14 (18,75-6,66)	12,26+/-8,66 (0-35,29)	17,14+/-7,67 (3,33-40)	8,93+/-6,03 (0-22,22)	9,27 +/-3,63 (0-14,29)
%HM	14	0 +/-0 (0-0)	0+/-0 (0-0)	0,22+/-0,97 (0-4,34)	2,65 +/-4,91 (0-14,29)	5,95 +/-7,21 (0-25)
	21	0,59 +/-1,87 (0-7,14)	4,02 +/-7,65 (0-33,33)	6,39 +/-5,17 (0-16,66)	10,98+/6,46 (3,57-28,57)	10,93+/-,81 (4-22,22)

...Tabla 3 (continuación)

Tabla 8. Comparación por pares de las variables de crecimiento de *L. laevigatum* entre los tratamientos 0X, 12,5X, 25X, 50X y 100X. Los valores corresponden a las diferencias de medias acumuladas. PE=peso, LR=longitud de la raíz, AF=Area foliar, NH=Número de hojas, NR= número de rametos. * =p<0,05, **=p< 0,01, ***=p < 0,001.

Tratamientos comparados		PE	LR	AF	NH	NR
0X	12,5X	0,318***	0,489	6,296*	2,662*	0,862
	25X	0,22	0,419	7,203**	3,238**	1,275**
	50X	0,052	1,095***	3,623	0,975	0,813
	100X	0,047	1,497***	3,732	0,513	0,75
12,5X	25X	0,098	0,907**	0,907	0,575	0,412
	50X	0,266*	1,584***	2,673	1,688	0,05
	100X	0,271*	1,986***	2,564	2,15	0,112
25X	50X	0,168	0,676	3,58	2,263	0,462
	100X	0,173	1,079***	3,472	2,725*	0,525
50X	100X	0,005	0,402	0,109	0,462	0,062

Tabla 9. Comparación por pares de las variables de senescencia de *L. laevigatum* entre los tratamientos 0X, 12,5X, 25X, 50X y 100X. Los valores corresponden a las diferencias de medias acumuladas. %CL= Porcentaje de hojas cloróticas, %HM= Porcentaje de Hojas muertas. * =p<0.05, **=p< 0.01, ***=p < 0.001.

Tratamientos comparados		% CL	% MH
0X	12,5X	0,436***	0,034
	25X	0,388***	0,059**
	50X	0,47***	0,105***
	100X	0,4675***	0,104***
12,5X	25X	0,048	0,025
	50X	0,034	0,071*
	100X	0,0315	0,07*
25X	50X	0,082**	0,046
	100X	0,0795**	0,045
50X	100X	0,0025	0,001

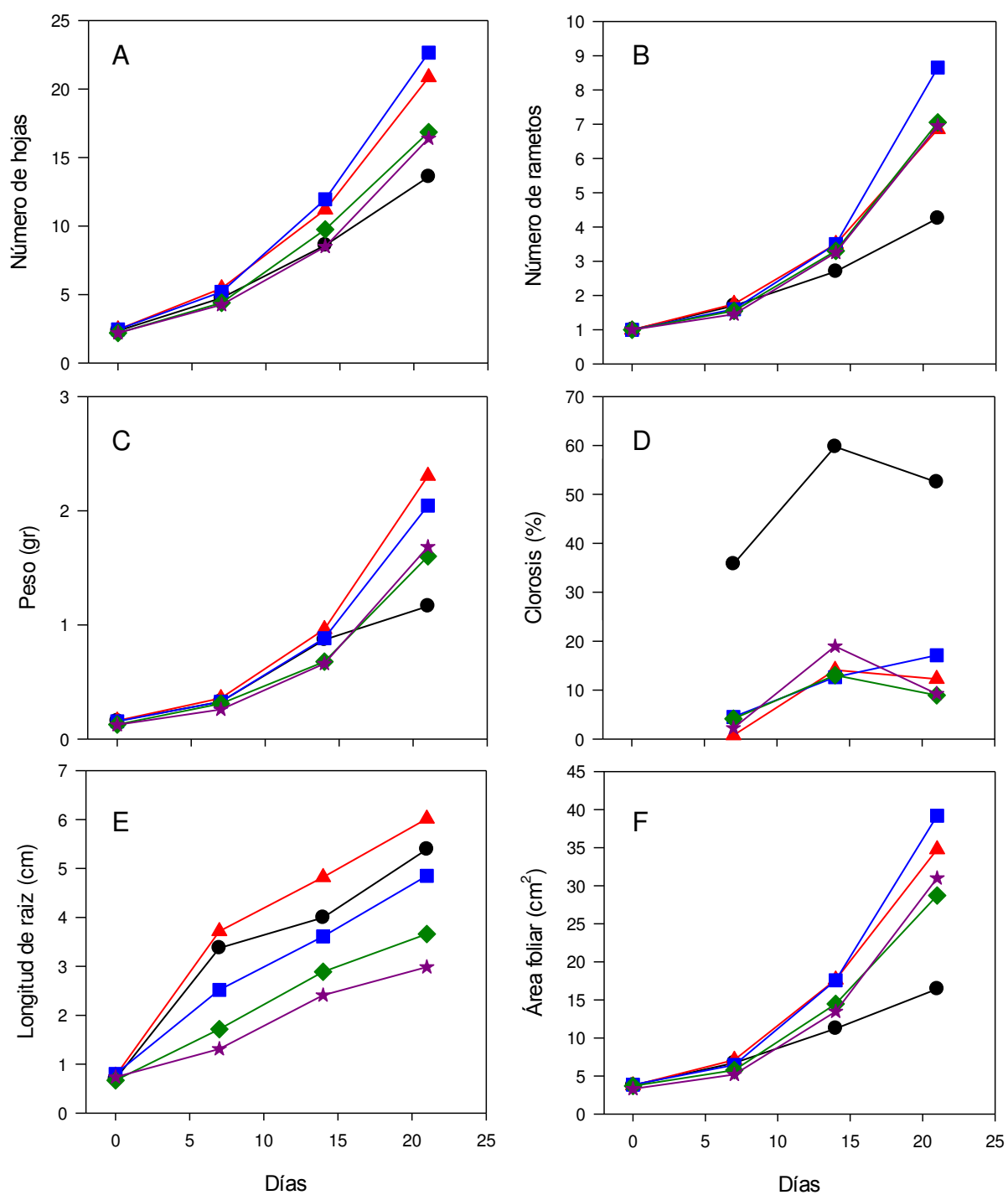


Figura 6. Evolución del Número de Hojas (A), Número de Rametos (B), Peso (C), Porcentaje de hojas cloróticas (D), Longitud de la Raíz (E) y Área Foliar (F) durante los 21 días del experimento. Tratamientos 0X=●, 12,5X=▲, 25X=■, 50X=◆ y 100X=★.

Análisis químico proximal

La Tabla 10 y el Anexo 10 muestran los valores obtenidos en el análisis químico proximal en los tratamientos. Se observa que los valores de proteínas y grasas fueron significativamente superiores en el tratamiento 25X ($p<0.07$) en base húmeda (BH) y en base seca (BS). Por otro lado, el contenido en carbohidratos fue mayor en el tratamiento 12.5X. El contenido de cenizas, fibra y el porcentaje de humedad fueron similares en los dos tratamientos ($p>0.05$). Las kilocalorías totales se encuentran alrededor de los 250Kcal en 100g de muestra seca. Para la muestra de campo la diferencia más saltante se encuentra en el contenido de Fibra el cual mostró tener el doble de las muestras propagadas en Laboratorio.

Tabla 10. Análisis químico proximal y cálculo de kilocalorías contenidas en el tejido de *L. laevigatum* en base húmeda (BH) y base seca (BS) en los tratamientos (12.5X, 25X y plantas de campo (C)). Se muestran los promedios \pm DE de cada valor. $\ast=p<0.07$.

	BH			BS		
	12.5X	25X	C	12.5X	25X	C
Agua(%)	95.10 \pm 0.06	95.18 \pm 0.04	94.57 \pm 0.01	-	-	-
Proteína(%)(\ast)	1.29 \pm 0.10	1.48 \pm 0.05	1.38 \pm 0.04	26.30 \pm 2.54	30.76 \pm 0.95	25.35 \pm 0.82
Grasa(%)(\ast)	0.06 \pm 0.01	0.12 \pm 0.01	0.07	1.18 \pm 0.13	2.55 \pm 0.18	1.43
Fibra(%)	0.39 \pm 0.04	0.37 \pm 0.02	0.81	8.00 \pm 0.82	7.63 \pm 0.39	14.9
Cenizas(%)	1.13 \pm 0.04	1.14 \pm 0.02	1.17 \pm 0.11	23.06 \pm 0.80	23.65 \pm 0.45	21.58 \pm 2.03
Carbohidratos(%)	2.42	2.08	2	49.48	43.04	36.74
Kcal Proteína (Kcal/100g)	3.15	3.61	3.37	64.12	75.05	61.83
Kcal Grasa (Kcal/100g)	0.5	1	0.02	9.88	21.34	0.47
Kcal Carbohidrato (Kcal/100g)	8.64	7.43	7.14	176.64	153.65	131.24
Kcal Total (Kcal/100g)	12.29	12.04	10.53	250.64	250.04	193.54

Estudio de la capacidad de carga (K)(Primer experimento)

Los resultados muestran que alrededor de los 77 días se alcanzó el punto máximo y las oscilaciones alrededor de K (Figura 7, Tabla 11, Anexo 11). La inspección de la tasa de crecimiento poblacional nos muestra como esta fue disminuyendo a lo largo de los días haciéndose cero alrededor de los 77 días (Figura 8 y Tabla 11). Las regresiones realizadas indicaron que la TCR sigue una tendencia cuadrática, volviéndose cero a los 82 y 88 días para los tratamientos 12.5X y 25X respectivamente.

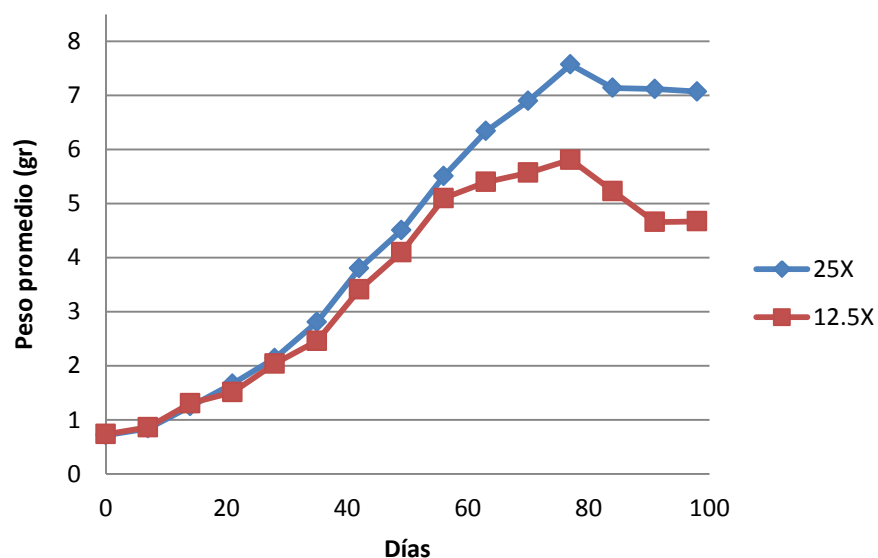


Figura 7. Evolución del Peso promedio (en gramos) para los tratamientos 12.5X y 25X.

Tabla 11. Valores promedio de Biomasa a lo largo del tiempo para los tratamientos 25X y 12.5X. Dens.=Densidad en 50cm²

Días	Peso 25X	Peso 12.5X	Tasa 25X	Tasa 12.5X	Dens. 25X	Dens. 12.5X
0	0.72	0.73	-	-	0.01	0.01
7	0.84	0.86	0.02	0.02	0.02	0.02
14	1.25	1.31	0.06	0.06	0.02	0.03
21	1.67	1.51	0.04	0.02	0.03	0.03
28	2.14	2.04	0.04	0.04	0.04	0.04
35	2.81	2.46	0.04	0.03	0.05	0.05
42	3.80	3.41	0.04	0.05	0.07	0.07
49	4.51	4.10	0.02	0.03	0.09	0.08
56	5.51	5.10	0.03	0.03	0.11	0.10
63	6.34	5.40	0.02	0.01	0.12	0.11
70	6.90	5.57	0.01	0.00	0.13	0.11
77	7.57	5.81	0.01	0.01	0.15	0.11
84	7.14	5.23	-0.01	-0.02	0.14	0.10
91	7.12	4.66	0.00	-0.02	0.14	0.09
98	7.07	4.67	0.00	0.00	0.14	0.09

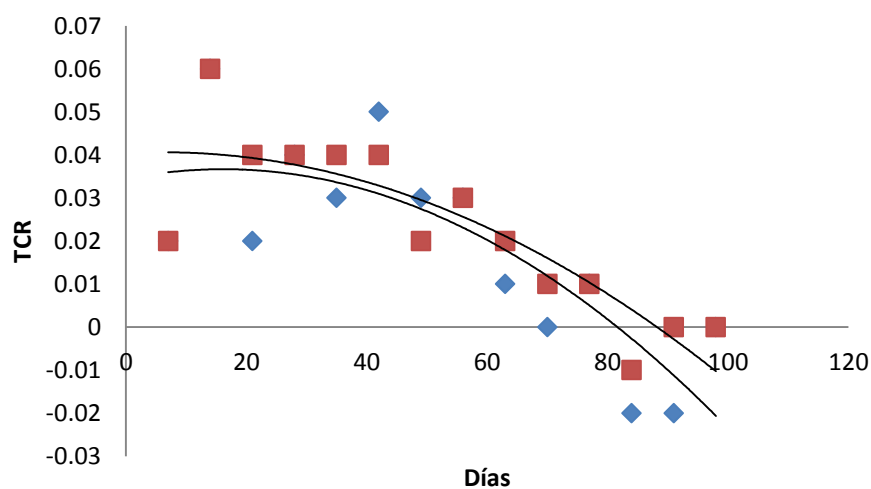


Figura 8. TCR a lo largo del experimento. ■=Tratamiento 12.5X; ■=Tratamiento 25X. Se muestran las líneas cuadráticas de ambos tratamientos.

Tabla 12. Regresión cuadrática ($x=a+bx+cx^2$) de la tasa de crecimiento obtenida en el experimento con la capacidad de carga. ES=Error estándar; r=Coeficiente de correlación

Tratamiento	a	b	c	ES	r
12.5X	1.84×10^{-2}	9.05×10^{-4}	-1.37×10^{-5}	0.01	0.77
25X	2.16×10^{-2}	8.12×10^{-4}	-1.20×10^{-5}	0.01	0.77

Utilizando las ecuaciones y dividiendo los valores obtenidos de biomasa cuando la TCR se volvió entre el área del beaker (50cm^2), los valores de K para los tratamientos 12,5X y 25X son 0.12 g/cm^2 y 0.16 g/cm^2 respectivamente.

Efecto de la luz en el crecimiento de *L. laevigatum* y segundo experimento para hallar K

Los resultados obtenidos en el experimento a diferentes condiciones de luz durante los primeros 28 días se encuentran en la tabla 13 y en la figura 9 y 10 (Anexo 12).

Se puede apreciar que el tratamiento 1 tuvo parámetros de productividad (número de hojas, rametos, peso, área ocupada, así como la tasa de crecimiento relativo) mayor que los otros dos tratamientos. La clorosis fue mayor en el tratamiento 3. En todos estos casos las diferencias fueron soportadas estadísticamente ($p < 0.05$ para el test de Kruskal Wallis al día 28).

A los 28 días, la cantidad de clorofila estuvo más concentrada en las hojas pequeñas del tratamiento 3 (Figura 11). Indirectamente, podemos considerar que el nitrógeno estuvo también más concentrado en el tratamiento 3. Sin embargo, el área foliar producida por este tratamiento fue siete veces menor que la del tratamiento 1. Los resultados indican que el tratamiento 1 fue el de mayor productividad.

Tabla 13. Parámetros medidos en el experimento con luz. Se muestra el promedio+/-desviación estándar (mínimo – máximo). *=p<0.05 para el test de Kruskal Wallis. D0, D7, D14, D21 y D28 corresponden a los días 0, 7, 14, 21 y 28 respectivamente.

Parámetro	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	p<0.05
Peso (g) D0	0.32+/-0.11(0.12-0.59)	0.31+/-0.09(0.11-0.58)	0.31+/-0.13(0.15-0.79)	
Peso (g) D7	0.74+/-0.27(0.24-1.35)	0.44+/-0.14(0.15-0.71)	0.29+/-0.09(0.14-0.53)	*
Peso (g) D14	1.13+/-0.42(0.4-2.33)	0.53+/-0.17(0.2-0.85)	0.24+/-0.09(0.08-0.54)	*
Peso (g) D21	2.15+/-0.83(0.77-4.62)	0.85+/-0.31(0.24-1.46)	0.24+/-0.09(0.1-0.58)	*
Peso (g) D28	2.71+/-0.94(0.95-4.75)	0.86+/-0.28(0.38-1.66)	0.18+/-0.08(0.07-0.47)	*
Raíz (cm) D0	1.22+/-0.72(0.6-4.5)	1+/-0.59(0.3-3.5)	1.11+/-0.7(0.3-3.6)	
Raíz (cm) D7	3.2+/-1.11(0.3-5.5)	1.87+/-0.52(0.9-3.6)	1.05+/-0.48(0.3-2.6)	*
Raíz (cm) D14	2.49+/-0.82(1-4.3)	1.35+/-0.34(0.5-2.2)	0.58+/-0.25(0.2-1.3)	*
Raíz (cm) D21	3.41+/-1.18(1.4-5.3)	1.27+/-0.54(0.5-2.6)	0.27+/-0.2(0-0.7)	*
Raíz (cm) D28	2.05+/-0.95(0.8-5.1)	1.11+/-0.39(0.6-2)	0.19+/-0.18(0-0.6)	*
Número de hojas D0	3.43+/-0.5(3-4)	3.37+/-0.49(3-4)	3.5+/-0.51(3-4)	
Número de hojas D7	6.87+/-1.5(4-9)	5.27+/-0.91(4-8)	3.67+/-0.66(3-5)	*
Número de hojas D14	12.97+/-3.02(9-22)	8.2+/-1.52(5-11)	3.5+/-0.73(2-5)	*
Número de hojas D21	23.7+/-6.25(14-43)	10.43+/-2.81(3-15)	3.63+/-0.85(2-6)	*
Número de hojas D28	34.5+/-9.39(18-54)	14.78+/-4.22(4-24)	3.43+/-0.82(2-5)	*
Número de Rametos D0	1+/-0(1-1)	1+/-0(1-1)	1+/-0(1-1)	
Número de Rametos D7	2.07+/-0.64(1-3)	1.4+/-0.5(1-2)	1+/-0(1-1)	*
Número de Rametos D14	3.47+/-1.04(2-7)	1.9+/-0.71(1-3)	1+/-0(1-1)	*
Número de Rametos D21	6.2+/-1.92(3-10)	2.5+/-0.78(1-5)	1.07+/-0.25(1-2)	*
Número de Rametos D28	9.73+/-2.95(5-16)	3.37+/-1.25(1-7)	1.03+/-0.18(1-2)	*
Área (cm2) D0	7.72+/-1.88(4.5-11.2)	7.37+/-1.72(3.6-12.2)	7.46+/-1.73(4.1-11.2)	
Área (cm2) D7	10.85+/-3.11(6.3-19.9)	7.75+/-2.12(2.3-13.3)	5.97+/-1.67(2.8-10)	*
Área (cm2) D14	16.77+/-5.5(7.14-34.43)	10.08+/-2.72(3.9-15.29)	6.32+/-1.78(2.7-11.74)	*
Área (cm2) D21	27.42+/-8.67(11.79-52.69)	11.52+/-4.01(3.63-19.62)	5.08+/-1.7(2.46-11.98)	*
Área (cm2) D28	32.57+/-10.13(13.08-62.35)	11.77+/-3.59(5.29-21.78)	4.39+/-1.26(2.07-7.91)	*
Número hojas Cloróticas D7	10+/-0.31(0-1)	0.37+/-0.56(0-2)	0.3+/-0.47(0-1)	

Parámetro	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	p<0.05
Número hojas Cloróticas D14	0.63+/-0.72(0-2)	0.63+/-0.61(0-2)	0.9+/-0.8(0-3)	
Número hojas Cloróticas D21	3.13+/-1.38(0-6)	0.43+/-0.63(0-2)	0.3+/-0.47(0-1)	*
Número hojas Cloróticas D28	5.73+/-2.07(3-11)	3.17+/-1.37(0-5)	1.6+/-0.77(0-4)	*
Número hojas muertas D7	0+/-0(0-0)	0.03+/-0.18(0-1)	0.13+/-0.35(0-1)	
Número hojas muertas D14	0.83+/-0.75(0-3)	0.47+/-0.73(0-3)	0.2+/-0.41(0-1)	*
Número hojas muertas D21	1.27+/-1.05(0-4)	0.33+/-0.55(0-2)	0.3+/-0.6(0-2)	*
Número hojas muertas D28	1.33+/-1.18(0-4)	0.4+/-0.67(0-3)	0.2+/-0.48(0-2)	*
TCR D7	0.12+/-0.03(0.07-0.19)	0.05+/-0.03(-0.09-0.09)	-0.01+/-0.02(-0.57-0.02)	*
TCR D14	0.09+/-0.02(0.06-0.12)	0.04+/-0.02(0-0.06)	-0.02+/-0.01(-0.04-0)	*
TCR D21	0.09+/-0.02(0.06-0.12)	0.05+/-0.02(0.01-0.07)	-0.01+/-0.01(-0.05-0.15)	*
TCR D28	0.08+/-0.02(0.05-0.11)	0.04+/-0.01(0.01-0.07)	-0.02+/-0.01(-0.05-0.01)	*
Clorofila Hoja Grande (SPAD) D28	27.04+/-4.73(18.66-35.46)	28.23+/-4.31(18.90-32.13)	38.88+/-6.03(25.36-45.60)	*
Clorofila Hoja Pequeña (SPAD) D28	28.01+/-4.04(22.63-34.23)	25.46+/-8.15(9.33-34.73)	32.15+/-7.07(25.76-45.6)	*

Continuación// Tabla 13

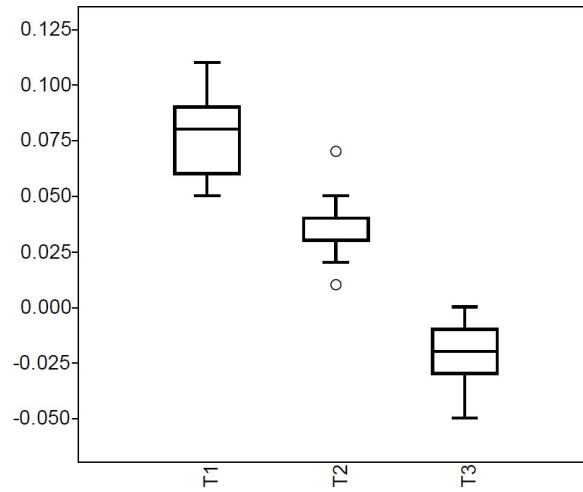


Figura 9. Tasa de crecimiento relativo (TCR) para los tres tratamientos en las condiciones de luz. T1=Tratamiento 1; T2= Tratamiento 2; T3=Tratamiento 3.

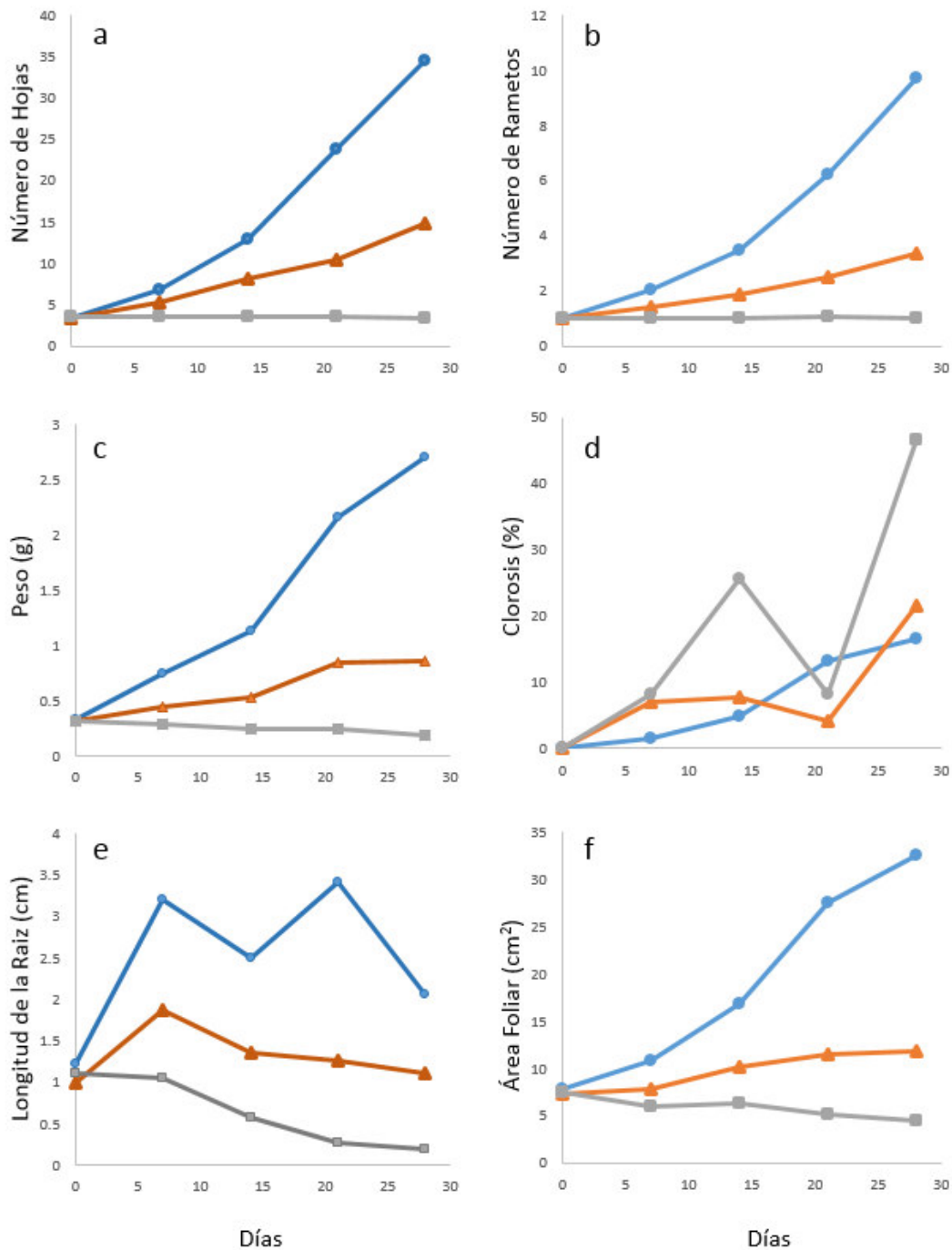


Figura 10. Evolución del Número de Hojas (A), Número de Rametos (B), Peso (C), Porcentaje de hojas cloróticas (D), Longitud de la Raíz (E) y Área Foliar (F) durante los 28 días del experimento. Tratamientos 1=●, 2=▲, 3=■.

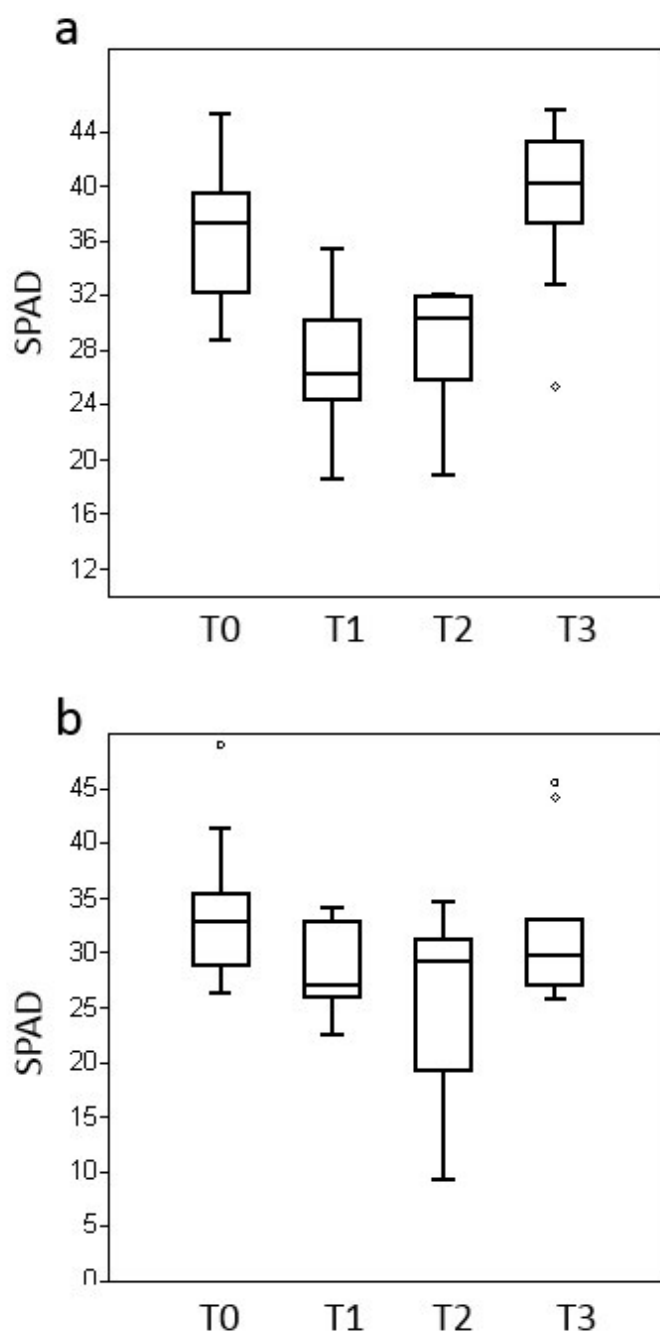


Figura 11. Concentración de clorofila en unidades SPAD. T0=Condiciones iniciales. T1, T2 y T3 corresponde a los tratamientos 1, 2 y 3 al día 28. a)=Hoja grande; b)=Hoja más pequeña.

Segundo análisis de K para *L. laevigatum*

Con los datos del tratamiento de luz al 100% se hicieron los análisis de K. Para estas plantas, la tasa de crecimiento se volvió cero por primera vez entre los 70 y 77 días (Figura 12, Anexo 13). La figura 13 muestra la evolución de la TCR a lo largo del experimento. La regresión seleccionada fue la cuadrática ($a=5.84 \times 10^{-2}$; $b=3.84 \times 10^{-5}$; $c=-9.53 \times 10^{-6}$; $S=0.02$, $r=0.68$; los modelos de Harris, Asociación exponencial y Logístico fueron descartados por ser incoherentes con el comportamiento de la TCR). Según este último resultado, TCR se hizo cero a los 80.32 días del experimento, cuando la biomasa era de 8.9 gramos.

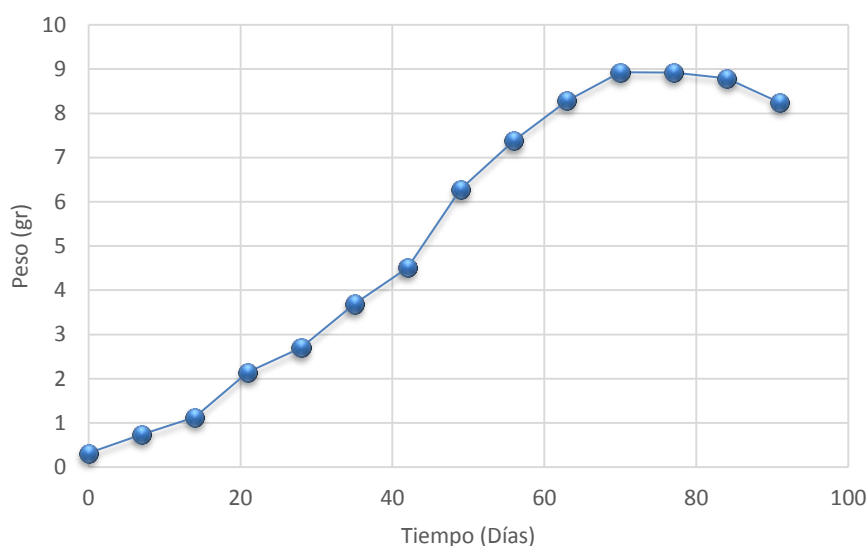


Figura 12. Crecimiento de las plantas en el segundo experimento para hallar K; esta vez con las plantas del tratamiento 25X con luz al 100%.

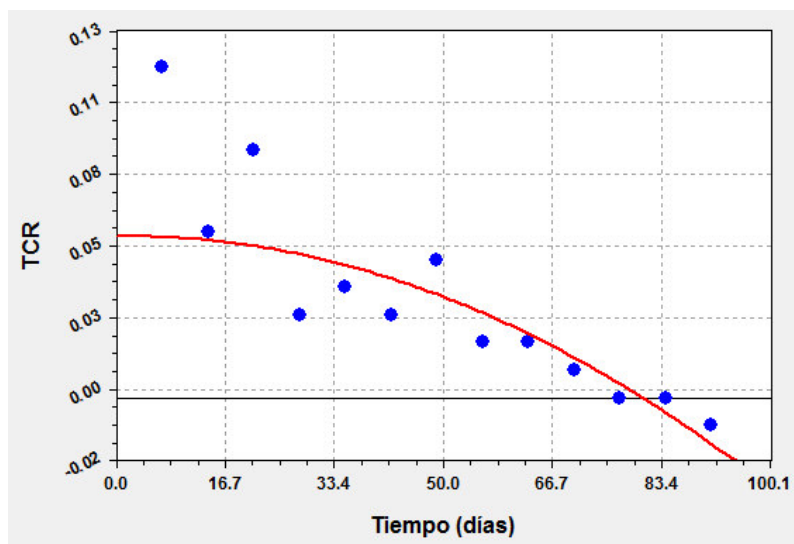


Figura 13. Evolución de la TCR a lo largo del experimento. Se muestra la ecuación obtenida a partir de la regresión cuadrática hecha al conjunto de datos.

Tabla 14. Valores promedio de Biomasa a lo largo del tiempo para. Densidad=g/50cm²

Días	Peso	Tasa	Densidad
0	0.32		0.01
7	0.74	0.12	0.01
14	1.13	0.06	0.02
21	2.15	0.09	0.04
28	2.70	0.03	0.05
35	3.69	0.04	0.07
42	4.51	0.03	0.09
49	6.29	0.05	0.13
56	7.38	0.02	0.15
63	8.29	0.02	0.17
70	8.93	0.01	0.18
77	8.93	-0.00	0.18
84	8.79	-0.00	0.18
91	8.24	-0.01	0.16

El valor obtenido de biomasa puede dividirse entre el área superficial de los beakers (50cm²) para tener el dato de la densidad promedio por cm² a la cual la curva se estabiliza (K) la cual es equivalente a 0.178 g/cm², mayor al obtenido en

el experimento anterior (0.159 g/cm^2 para el tratamiento 25X). Este valor equivale a producir una biomasa de 17.88 T/ha.

Modelamiento del crecimiento poblacional

Utilizando los datos del crecimiento a 100% de luz y 25X (mejor rendimiento) se realizó el modelamiento poblacional.

Se observó que el modelo que mejor representa el crecimiento de la especie es el modelo logístico ya que los valores de AIC fueron los más bajos (-25.79), el coeficiente de correlación fue cercano a 1 (0.99), tuvo el menor error estándar (0.37) y el coeficiente de determinación también fue cercano a 1 (0.99) (Tabla 15, Figura 14).

Los estadísticos descriptivos para los parámetros obtenidos de la regresión logística obtenida se encuentran en la Tabla 16. Utilizando el promedio de los valores obtenidos el modelo del crecimiento poblacional para la especie en estudio es:

$$Nt = \frac{9.57}{1+26.74e^{-0.08t}} \dots (5)$$

Este modelo considera que la población en $t=0$ tiene una densidad de $6 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^2$. El parámetro a (9.57) dividido entre el área de beaker corresponde al K del modelo (K_{mod}) que en este caso es 0.1914 g/cm^2 .

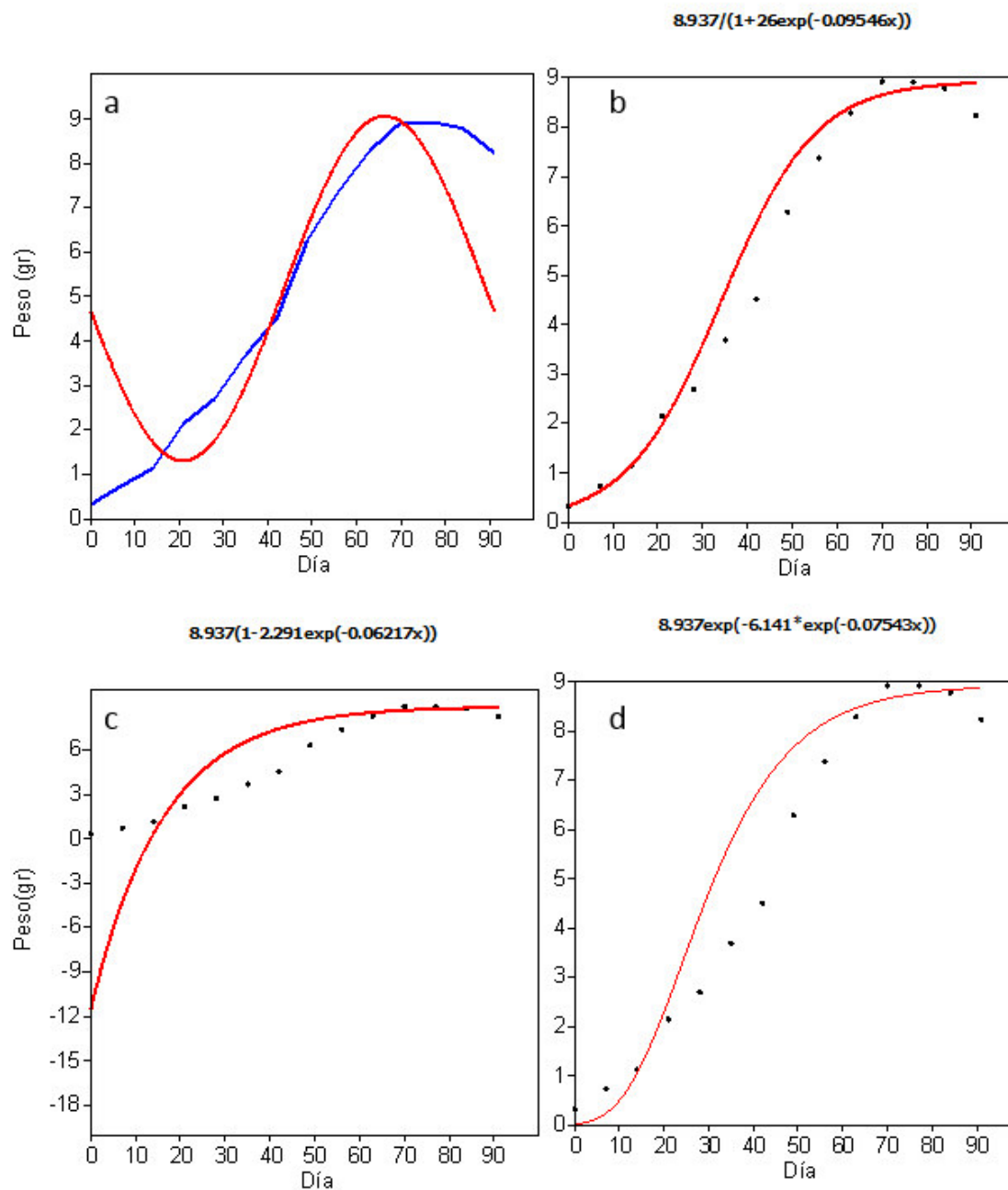


Figura 14. Los cuatro modelos probados para el crecimiento de las plantas en el tratamiento de 25X de mayor cantidad de luz a)Modelo Sinusoidal, b)Modelo Logístico, c) Modelo de Bertalanfy, d)Modelo de Grompetz. Línea roja=línea del modelo.

Tabla 15. Criterio de Información de Akaike (AIC), coeficiente de determinación (R^2), coeficiente de correlación (Coef. Correl) y error estándar (ES) para los cuatro modelos evaluados. *=AIC sin corrección

	AIC	R²	COEF. CORREL	ES
Sinusoidal	40.83	0.01	0.11	3.76
Logístico	-25.79	0.99	0.99	0.37
Bertalanffy	205*	- -	- -	- -
Grompetz	-17.12	0.98	0.99	0.51

Tabla 16. Estadísticos descriptivos para los parámetros obtenidos de la regresión logística obtenida para el tratamientos 12.5X. N=Número de datos; Min=Mínimo; Max=Máximo; Pro=Promedio; ES=Error estándar; Var=Varianza; DS=Desviación estándar; CV=Coeficiente de variación. a, b, y c son parámetros del modelo.

	a	b	c
N	30.00	30.00	30.00
Min	7.56	3.56	0.05
Max	11.88	82.83	0.10
Pro	9.57	26.74	0.08
ES	0.20	3.27	0.00
Var	1.18	320.67	0.00
DS	1.09	17.91	0.01
CV	11.34	66.96	15.32

Cálculo de la Productividad

Utilizando K en las ecuaciones 3 y 4, podemos calcular la productividad de *L. laevigatum*. En el caso de carbono, el resultado del análisis de contenido de carbono fue del 42.26% (mínimo=41.79, máximo=42.79, DS=0.50), por lo que su productividad en unidades de carbono equivale a 3.89×10^{-3} g/cm² de carbono; este valor es la cantidad de carbono que capta del ambiente hasta obtener su densidad máxima. Esta especie, puede producir 2.83×10^{-3} g/cm² de proteínas.

DISCUSIÓN

Efecto de la concentración de nutrientes

El presente trabajo muestra el efecto de la cantidad de nutrientes en el crecimiento de esta especie, el cual llega a ser tóxico en concentraciones altas de nutrientes similares a los tratamientos 50X y 100X (donde hubo una mayor mortalidad foliar); así como resulta deficiente bajo concentraciones similares al tratamiento 0X (tratamiento que presentó mayor clorosis). Ninguna de estas tres condiciones son adecuadas para la propagación de *L. laevigatum*. Otras especies como la macrófita arraigada *S. americanus* parecen no verse afectadas por el exceso de nutrientes, pero si por concentraciones muy bajas de los mismos, que desencadenan en esta especie la clorosis junto a la floración (Aponte 2009).

Se apreció como frente a condiciones bajas de nutrientes, la especie promueve el crecimiento radicular. Este crecimiento permite compensar la deficiencia de nutrientes disponible en el medio y promueve la redistribución del nutriente en la planta, sobre todo frente a condiciones de carencia de nutrientes, fenómeno que ha sido también reportado en otras especies acuáticas como *E. crassipes* y *Ludwigia grandiflora* (Michx.) Greuter & Burdet 1987 (Xie & Yu 2003, Hussner 2010).

A pesar de que otros estudios con *L. laevigatum* han llegado a la floración en los meses de verano (Boettcher Fuentes 2007) en el presente estudio las plantas no llegaron a ese estadio fenológico. La luz juega un rol fundamental para la floración de las especies vegetales (Begon *et al.* 2009) y probablemente en el presente estudio no fue la suficiente. Por otro lado, la floración puede detener el crecimiento vegetativo (Aponte 2009) lo cual no es muy favorable para la propagación. En ese sentido, las condiciones luminosas a las que se han sometido las plantas durante el presente experimento, son adecuadas para su propagación. Sin embargo, la floración es importante para mantener la diversidad genética en las poblaciones. Las plantas acuáticas con alta tasa de reproducción clonal lo hacen con poca

frecuencia viéndose susceptibles a cuellos de botella génico o a su desaparición por ataque de plagas y otros eventos estocásticos (Zhang *et al.* 2010). Estudios complementarios son necesarios a fin de conocer la variabilidad genética de la población en cultivo y si condiciones de luz mayores a las del presente estudio desencadenan la floración en esta especie evitando consecuencias a nivel genético.

Una de las características importantes para considerar una especie como biorremediadora es tener una alta tasa de crecimiento poblacional y una alta capacidad para extraer, acumular, transformar, degradar o volatilizar contaminantes (Mkandawire & Gert Dudel 2007). *L. laevigatum* cumple con estas características, tal y como se demuestra en el presente estudio (a nivel de su TCR) y en trabajos previo realizados en fitorremediación con esta especie en el caso de aguas servidas (Murillo Castillo *et al.* 2012). Si comparamos la TCR obtenida en el presente trabajo con las TCR de otras especies vegetales acuáticas con comportamiento invasivo (Tabla 18), podemos verificar que el crecimiento de *L. laevigatum* es bastante similar al de estas especies, siendo mayor a lo reportado para *Egeria densa* Planch. 1849 y *E. crassipes*, pero menor a los máximos reportados para *Lemna* spp, *Pistia stratiotes* L. 1753 y *Salvinia modesta* D.S. Mitch. 1972 (Finlayson 1984, Reddy & DeBusk 1984, Henry-Silva *et al.* 2002, Körner *et al.* 2003, Pistori *et al.* 2004, Mkandawire & Gert Dudel 2007). Las plantas acuáticas con alta tasa de crecimiento generalmente acumulan contaminantes con eficiencia (Celis Hidalgo *et al.* 2005, Benítez *et al.* 2008, Martelo & Borrero 2012), por lo que esta especie muestra tener el potencial para remover metales pesados.

El presente trabajo sienta las bases para la propagación de *L. laevigatum* en laboratorio permitiéndonos conocer las concentraciones de nutrientes adecuadas y la versatilidad de esta especie para la captación de metales pesados y de carbono, así como de otros estudios que pueden ser de interés en biorremediación y producción de biomasa para forraje.

Tabla 18. Tabla comparativa de la Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) por día entre *L. laevigatum* (datos del presente estudio) y otras macrófitas acuáticas.

Angiospermas acuáticas	TCR
<i>Eichhornia crassipes</i> ^{1,2}	0,025-0,06
<i>Lemna spp</i> ^{3,4}	0,03-0,79
<i>Pistia stratiotes</i> ^{1,2}	0-0,18
<i>Salvinia molesta</i> ^{2,5}	0,01-0,5
<i>Egeria densa</i> ⁶	0,009-0,063
<i>Limnobium laevigatum</i>	0,09 - 0,124

1:Reddy & DeBusk (1984)

2:Henry-Silva *et al.* (2002)

3:Makandawire & Gert Dudel (2007)

4:Körner *et al.* (2013)

5:Finlayson (1984)

6:Pistori *et al.* (2004).

***Limnobium laevigatum* y su potencial para su uso como forraje**

El presente trabajo muestra el alto contenido de proteínas que presenta *L. laevigatum* propagada bajo condiciones de laboratorio. Estas concentraciones son significativamente mayores a las obtenidas para la misma especie en condiciones naturales donde la concentración de proteínas fue del 16.22% BS (Corti & Schlatter 2002). La concentración de proteínas fue mayor en el tratamiento de mayor concentración de nutrientes (Tabla 7), lo que revela la importancia de la optimización de las condiciones de propagación, a fin de lograr un tejido con alto contenido proteico, pero que al mismo tiempo no presente efectos nocivos para la planta. Concentraciones mayores de nutrientes al tratamiento 25X han mostrado tener toxicidad en *L. laevigatum* en condiciones de laboratorio, lo que nos indica que el tratamiento apropiado para su propagación y tejidos de buena calidad para forraje es el tratamiento 25X.

Dado que el contenido de proteína representa aproximadamente el 70% del peso seco de la materia orgánica que se encuentra en el tejido (por ejemplo, de especies comerciales como peces de interés acuícola (Dias *et al.* 2009), se comprende la necesidad de una dieta con alto contenido proteico para peces (28 a 50% BS). *Limnobium laevigatum* ha mostrado valores de proteína bruta óptimos (entre 26 y 30% BS). Resultados similares han sido encontrados en otras especies de plantas acuáticas utilizadas en la alimentación de organismos acuáticos, como *Lemna gibba*, (proteína bruta entre 20 y 30% BS, Dewanji, 1993; Gutiérrez *et al.*, 2001; Ponce & Fitz, 2004) y *Lemna perupilla* (entre 24 y 26%, González 2010). Por otro lado, *L. laevigatum* tiene inferior contenido proteico que *Lemna minor* (cuyos valores llegan al 40% BS de proteínas, (Culley Jr & Epps 1973), *Lemna disperma* (35-43%, Leng *et al.* 1995)), y *Lemna aequinoctialis* (33%, Ty & Preston 2005)). En alimentos para peces complementadas con plantas como *Zea mays* (maíz), *Glycine max* (soya) y *Vicia faba* (habas), y algas como *Porphyra*, *Gracilaria* y *Sargassum*, el porcentaje de proteínas varía entre 7% y 47% (Azaza *et al.* 2009,

Pereira *et al.* 2012, Davidson *et al.* 2013), por lo que la especie en estudio se encuentra en el rango para ser considerado como complemento proteico.

El presente trabajo aporta también con la primera cuantificación de la cantidad de proteínas que podrían producirse potencialmente en un área determinada el cual asciende a 1.72 T/ha/año. Este dato es muy importante ya que los estudios de factibilidad económica necesitan de este tipo de información para calcular la rentabilidad del uso del recurso con fines forrajeros.

El contenido de fibra bruta es también importante a evaluar en los complementos alimenticios, este no debe superar el 10% BS, pues reduce la asimilación de nutrientes y afectan la digestibilidad (Köprücü & Özdemir 2005). En el caso de la fibra los resultados para *L. laevigatum* fueron de 7% a 8% BS encontrándose dentro del rango recomendado para alimentación de peces tomando en cuenta los hábitos alimenticios: carnívoro, omnívoro o herbívoro para cada dieta (Furuya *et al.* 2000). Es interesante notar que el contenido de fibra en la muestra de campo no cumple con este requisito, ya que en la muestra evaluada fue de 14%; dato similar al obtenido en otras muestras de campo publicadas para otros países (Corti & Schlatter 2002). La producción de fibras está supeditada a la maduración de las plantas y la producción de hormonas desde la raíz como las giberelinas (Dayan *et al.* 2010, Lev-Yadun 2010). En laboratorio las plantas no tienen el tiempo suficiente para formarlas (además de que producen una raíz), teniendo como resultado un tejido bajo en fibras (que en este caso es adecuado para forraje). Un caso similar ha sido apreciado en *E. crassipes*, otra planta acuática flotante que reduce su producción de fibras cuando se corta su crecimiento tempranamente (Thanh 2012).

Los lípidos son el mayor recurso energético (2.25 veces mayor que la proteína), por lo cual un alto nivel lipídico permite ahorrar al máximo la proteína, reduciendo los costos de alimentación (Watanabe *et al.* 1997). En el presente estudio, los valores de grasa para *L. laevigatum* se encontraban alrededor de 2% BS, esto indica que podría ser deficiente para su empleo en alimentación de algunos organismos acuáticos, donde se recomienda que el contenido de lípidos debe

estar entre el 16 a 35% BS (según especie y condiciones de cultivo)(González 2010). Sin embargo, alimentos ricos en proteínas y con cantidades bajas en lípidos (<3% BS) han mostrado tener resultados óptimos en la reproducción de peces como *Oreochromis niloticus* (Azaza *et al.* 2009).

De forma paralela al presente trabajo se han realizado evaluaciones para probar la palatabilidad y potencial de uso forrajero en especies comerciales como *Ciprinus carpio* (Francia *et al.* 2014). En este caso se encontró que los animales se alimentaban con el alimento complementado con *L. laevigatum* (buena palatabilidad). El reemplazo parcial del alimento balanceado en un 20% logró resultados óptimos (un crecimiento mayor en largo, peso y tasa de crecimiento por día). Los resultados obtenidos permiten reafirmar el gran potencial de *L. laevigatum* para la propagación de especies comerciales.

Además, se debe tener presente que algunas especies de uso forrajero deben ser previamente sometidas a ciertos tratamientos durante su procesamiento, debido a la presencia de sustancias tóxicas, y en otros casos ser complementados por sus bajos niveles de aminoácidos y otras sustancias esenciales (Wee & Wang 1987, El-Sayed 1990, 1992, Espejo 1997, Furuya *et al.* 2000, Castillo *et al.* 2002, Villareal Colemanares 2002, Cyrino *et al.* 2006, González 2010). El presente estudio sienta las bases para posteriores trabajos que analicen con mayor detalle el contenido de sustancias tóxicas, vitaminas y aminoácidos en *Limnobium laevigatum*.

Crecimiento de *L. laevigatum* bajo diferentes condiciones de luz

La productividad de las plantas acuáticas aumenta a mayores condiciones lumínicas, cosa que ha sido también observada en la especie en estudio. Resulta interesante la ausencia de la floración, ya que así la planta puede seguir creciendo y produciendo biomasa. En comparación a los experimentos realizados con anterioridad, la capacidad de carga calculada fue mayor en el experimento con la mayor cantidad de luz (0.178g/cm^2 del segundo experimento versus 0.159 g/cm^2 del primer experimento para hallar K).

Resulta también interesante la compensación de la producción de clorofila cuando la especie se encuentra a bajas condiciones lumínicas, caso reportado para otras especies vegetales como *Fagus sylvatica*, pero de forma distinta (sin compensación) en otras como *Hedera hélix* y *Heteromeles arbutifolia* (Valladares & Pearcy 1998, Schulze *et al.* 2005). Cabe resaltar que estas diferencias se dieron de manera más notoria en las hojas grandes (cosa que fue difícil de discernir en el tratamiento de menor cantidad de luz, ya que en algunos casos hubo dos o tres hojas).

Los datos obtenidos son muy importantes, sobre todo cuando la especie es utilizada para realizar experimentos de laboratorio donde existen variaciones pequeñas de luz dentro del mismo ambiente. El presente trabajo muestra como estas variaciones afectan su crecimiento, por lo que es un factor fundamental a medir con detalle durante los experimentos.

La optimización del crecimiento de la especie estará entonces en función de los nutrientes utilizados y también de la intensidad de luz a la que la planta está expuesta. Hay que considerar que, en todos los casos, los experimentos del presente estudios se realizaron frente a una ventana; por lo que hubo una marcada diferencia entre el inicio y el final del fotoperiodo (la primera parte del día o la segunda, recibió sombra). El fotoperiodo podría también jugar un rol importante, pero esto deberá comprobarse en estudios posteriores. Asimismo, la

variación a nivel molecular o de organelas observado en otras especies vegetales acuáticas, deberá ser verificada en estudios posteriores.

Productividad: Captación de Carbono y producción proteica

Sobre las ecuaciones obtenidas

A diferencia de las ecuaciones exponenciales, los modelos logísticos son más realistas y se adaptan mejor a la forma de crecimiento de las plantas (Birch 1999, Paine *et al.* 2012), detalles que han sido apreciados en el presente experimento y su modelamiento posterior. Los parámetros de selección de modelo nos indican que la ecuación utilizada se adapta a los resultados originales dado que tiene un error bajo, coeficiente de determinación alto y un coeficiente de correlación alto. Estos resultados nos permiten tener confianza en el modelo y utilizarlo en la predicción de esta especie bajo condiciones de laboratorio. Los datos obtenidos en el presente estudio corresponden a los primeros que describen el crecimiento en laboratorio y podrán ser utilizados como base para optimizar el uso de la especie como biorremediación (Murillo Castillo *et al.* 2012) o forraje.

Uso del modelo para estimaciones a gran escala

El modelo propuesto describe un crecimiento bajo condiciones limitadas de nutrientes y espacio, por lo que podría utilizarse para estimar la producción a gran escala. Por ejemplo, según los resultados la especie crece durante 80.5 días (momento en el que la TCRs se hace 0); esto significa que, optimizando el proceso productivo a gran escala, podría repetirse esta misma operación al menos 4 veces al año (4.54 veces exactamente). Convirtiendo los resultados obtenidos en el presente estudio en unidades de mayores (en Toneladas por hectárea y por

año), obtendríamos que podría producirse 1.28 (1.01-1.59) T/ha/año de proteínas y 1.75 (1.38-2.19) T/ha/año de carbono.

Si comparamos los valores de producción proteica a los de algunas plantas con uso forrajero (Valarezo & Ochoa 2013), *L. laevigatum* tiene menor productividad que *Trichantera gigantea* y *Gliricidia sepium* (quienes producen alrededor de 3 toneladas de proteína por hectárea por año), pero mayor productividad que *Erithryna peruviana*, *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleífera* (quienes producen menos de 1 Tonelada de proteína al año).

Dado que la forma de calcular la capacidad captadora de carbono consiste en medir cuanto carbono se almacena en la biomasa vegetal (IPCC 2006), los valores de productividad de carbono para *L. laevigatum* obtenidas en el presente estudio representan también la cantidad de carbono que puede almacenar la especie en un espacio determinado. Si la comparamos con otros valores de captación de carbono conocidos (Tabla 19), los valores calculados para la especie en estudio se asemejan a los niveles de captación de carbono en sistemas silvícolas y agroforestales diseñados con fines de captura de carbono (0.93-7.23 T/ha/año de carbono, Soto-Pinto *et al.*, 2001), pero son mayores a los de la productividad lograda por las plantas en humedales de zonas templadas frías (0,08-0,6 T/ha/año, (Roulet 2000)). Por otro lado, su capacidad de captación de carbono es menor que la obtenida en bosques semiáridos de pinos (1,6 T/ha/año, Dore *et al.*, 2008) y en pastizales de zonas templadas (1,9-2,6 T/ha/año, Jaksic *et al.*, 2006). Comparado a los datos obtenidos de humedales otros (manglares, pastos marinos y marismas) los valores obtenidos son mayores al promedio de los manglares (1.12 T/ha/año), pastos marinos (0.99 T/ha/año y de algunas marismas (1.51 T/ha/año – 2.10 T/ha/año)(Irving *et al.* 2011).

Estos datos nos indican que *L. laevigatum* tiene potencial forrajero y de captación de carbono, al ubicarse dentro de los límites de producción de especies que se utilizan con estos fines. De lograrse implementar en sistemas de producción a gran escala que integren la captación de carbono y la producción de forraje, el resultado sería muy útil dadas las necesidades actuales de fuentes alternativas de

alimentos para producción (FAO 2012) así como las de reducir los impactos del cambio climático global (Millennium Ecosystem Assessment 2005).

A nivel mundial, el servicio de captura de carbono se encuentra valorada entre 10 y 188 \$/T/año (Mogas Amorós & Riera Mical 2005), en consecuencia el servicio de captación de carbono realizado por *L. laevigatum* podría ser calculado con las tasas obtenidas. Con el modelo logístico por año podríamos obtener entre \$18.4 y \$345.92 dólares por hectárea por año. Dichos costos pueden reducirse o aumentar, ya que dependen de la bolsa de valores, la cual está estrechamente ligada con la economía mundial.

Dependiendo de esta valoración es posible acoplar la producción de forraje a sistemas agropecuarios, utilizando la biomasa como forraje para animales e implementando humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales para lo cual se ha demostrado la utilidad de esta especie (Murillo Castillo *et al.* 2012).

Los valores obtenidos de la captación de carbono representan los primeros datos que se obtienen, considerado parámetros de la dinámica de la población. Es importante tener en cuenta que las condiciones climáticas y de temperatura a las que la planta ha sido sometida para obtener las tasas de crecimiento son condiciones de laboratorio. Estas pueden variar en la naturaleza, sobre todo frente a condiciones de estocasticidad medioambiental, propias de los cambios climáticos actuales donde las temperaturas extremas se hacen cada vez más frecuentes (Easterling *et al.* 2000).

Tabla 19. Estimaciones de Captación de carbono para diferentes especies, ecosistemas y para *Limnobia laevigata*.

Tipo de ambiente o Especie	Estimación y unidades	Referencia Bibliográfica
Formaciones vegetales amazónicas de Madre de Dios (Perú)	776 mil T/ha	Martel & Cairampoma (2012)
Captación de carbono: <i>Schoenoplectus californicus</i>	28.9 T/ha	Palomino & Cabrera (2012)
Captación de carbono: <i>Schoenoplectus americanus</i>	18.6 T/ha	
Captación de carbono: <i>Distichlis spicata</i>	17 T/ha	
Captación de carbono: <i>Sarcocornia neei</i>	6.1 T/ha	
<i>Paspalum fasciculatum</i>	70 T/ha	Junk & Piedade(1993)
<i>Paspalum repens</i>	31 T/ha	
<i>Luziola spruceana</i>	7.6 T/ha	
<i>Oryza perennis</i>	27 T/ha	
<i>Pontederia cordata</i>	3.8-9.7 T/ha	Menezes (1984), Penha (1994)
<i>Eichhornia azurea</i>	3.5-17.5 T/ha	Coutinho (1989), Ikushima & Gentil (1987)
<i>Nymphoides indica</i>	7.6 T/ha	Menezes (1984)
<i>Nymphoides rudgeana</i>	3.8 T/ha	Camargo & Florentino (2000)
Ecosistemas silvopastoriles que contenían <i>Eucalyptus deglupta</i> , <i>Brachiaria byzantha</i> y <i>Acacia mangium</i>	0.4 - 2.2 T/ha/año	Ávila et al. (2001)
Ecosistemas silvícolas y agroforestales	0.93 - 7.23 T/ha/año	Soto-Pinto et al. (2001)
Humedales de zonas templadas frías	0,08 y 0,6 T/ha/año	Roulet (2000)
Bosques semiáridos de pinos	1,6 T/ha/año	Dore et al. 2008
Pastizales de zonas templadas	1,9-2,6 T/ha/año	Jaksic et al. 2006
<i>Limnobia laevigata</i> : modelo logístico	1.75 T/ha/año - 6.41 T/ha/año de CO ₂	Presente estudio

Otras aplicaciones de *L. laevigatum*

Los resultados obtenidos con los nutrientes y la fácil propagación de la planta han permitido su implementación en prácticas de laboratorio de fisiología vegetal y ecología (por ejemplo en Arana *et al.* 2013). Por su tamaño, esta planta es suficientemente pequeña para realizar múltiples repeticiones en un espacio reducido, pero lo suficientemente grande para poder contar los rametos, genetos, números de hojas y tamaños de las raíces, así como para evitar que se pase por las cañerías (evitando su propagación fuera del ambiente controlado. Asimismo, empresas como Biogen han mostrado interés en la especie para su uso en pruebas de laboratorio, como por ejemplo para la prueba de promotores de crecimiento (F. Mejía comunicación personal). Se espera que en los próximos años se conozca el real potencial de la especie para su aplicación en el ambiente académico y de investigación.

CONCLUSIONES

- *L. laevigatum* crece de forma óptima en laboratorio con una solución 25X, la cual es menor al 100% de las soluciones comerciales (medio de cultivo hidropónico comercial) y mayor a las del agua de caño. En estas condiciones los parámetros de productividad son los mayores con una TCR de 0,11.
- El crecimiento de *L. laevigatum* se ve favorecido a mayor cantidad de luz, creciendo mucho mejor en el tratamiento a 100% de luz.
- Por el rápido crecimiento, facilidad de propagación, alta concentración de proteínas (>30%) y bajo en fibras (<10%), *L. laevigatum* propagado bajo condiciones de laboratorio reúne las condiciones para su uso como forraje.
- La productividad de *L. laevigatum* bajo condiciones de laboratorio asciende a 0.19 g/cm² de biomasa fresca, que equivalen a 2.84 x10⁻³ g/cm² de proteínas y 3.89x10⁻³ g/cm² de carbono (cantidad de carbono que es captado del ambiente durante su crecimiento en laboratorio) lo que indica que esta especie tiene potencial para su uso forrajero y de captación de carbono.

RECOMENDACIONES

- Durante la etapa de aclimatación y los experimentos fue fundamental mantener la limpieza del área de propagación (tanques y beakers). Este detalle es fundamental para lograr el éxito reproductivo de la planta. Estudios que permitan mantener el adecuado nivel de limpieza y la menor contaminación con algas durante la propagación permitirían optimizar el crecimiento de la planta en laboratorio.
- Evaluar el crecimiento de *L. laevigatum* en un fotoperiodo más prolongado y a mayor intensidad lumínica que la utilizada en el presente estudio. Ello podría permitir un aumento de la productividad y performance de la especie.
- Probar la palatabilidad de la especie en organismos de interés comercial como peces, aves, animales menores de tal manera de conocer la versatilidad de estos recursos en otros grupos de organismo.
- Considerar el tamaño de la raíz para los estudios de biorremediación, ya que en el presente estudio se señala que el tamaño de la raíz es mayor a menores concentraciones de nutrientes (recuerde que en estos casos el tamaño de la raíz es fundamental para lograr una absorción adecuada de los nutrientes).
- Realizar análisis de Cromatografía de alta precisión (HPLC) que permitan conocer al detalle los aminoácidos de las proteínas de *L. laevigatum*. Conociendo estos detalles, se podrá preparar con mejor precisión complementos alimenticios para peces y otros organismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aponte, H. 2009. El junco. Clasificación, Biología y gestión. Científica 6 (1): 38–45.
- Aponte, H., F. Kahn & B. Millán. 2011. Adaptabilidad vegetativa a la deforestación de la palma peruana *Astrocaryum perangustatum*. Rev. Peru. Biol. 18: 179–183.
- Arana, C., O. Cornejo, H. Aponte, J. Roque & V. Pulido. 2013. Prácticas de Ecología. Universidad Científica del Sur, Lima - Perú.
- Ávila, G., F. Jiménez, J. Beer, M. Gómez & M. Ibrahim. 2001. Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales en Costa Rica. Agroforestería En Las Américas 8(30): 32–35.
- Azaza, M.S., K. Wassim, F. Mensi, A. Abdelmouleh, B. Brini & M.M. Kraïem. 2009. Evaluation of faba beans (*Vicia faba* L. var. *minuta*) as a replacement for soybean meal in practical diets of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. Aquaculture 287: 174–179.
- Begon, M., C.R. Townsend & J.L. Harper. 2009. Ecology: From Individuals to Ecosystems. John Wiley & Sons.
- Beltzer, A., R. Sabatti & M. Marta. 1991. Ecología Alimentaria de la Polla de Agua Negra *Gallinula chloropus galeata* (Aves: Rallidae) en un ambiente léntico del Río Parana Medio, Argentina. Ornitol. Neotropical 2: 29–36.
- Bendoricchio, G., L. Dal Cin & J. Persson. 2000. Guidelines for free water surface wetland design. EcoSys Bd 8: 51–91.
- Benítez, S.V.B., J.C.C. Zapata & N.J.A. Ramírez. 2008. Análisis comparativo de la remoción de un sustrato orgánico por las macrófitas *Pistia stratiotes* y *Egeria densa* en us sistema batch. Gest. Ambiente 39–48.
- Birch, C.P.D. 1999. A New Generalized Logistic Sigmoid Growth Equation Compared with the Richards Growth Equation. Ann. Bot. 83: 713–723.
- Boettcher Fuentes, C. 2007. Variación Comparativa de Biomasa Estacional en Dos Macrófitos de la Región de Valdivia, Chile. Cienc. Trab. 9(26): 191–199.

- Brako, L. & J.L. Zarucchi. 1993. Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Perú. Missouri Botanical Garden, Saint Louis, Missouri.
- Caldelas, C., S. Iglesia-Turiño, J.L. Araus, J. Bort & A. Febrero. 2009. Physiological responses of *Eichhornia crassipes* [Mart.] Solms to the combined exposure to excess nutrients and Hg. Braz. J. Plant Physiol. 21: 1–12.
- Camargo, A.F.M. & E.R. Florentino. 2000. Population dynamics and net primary production of the aquatic macrophyte *Nymphaea rudgeana* C. F. Mey in a lotic environment of the Itanhaém River basin (SP, Brazil). Rev. Bras. Biol. 60: 83–92.
- Canales-Gutiérrez, Á. 2010. Evaluación de la Biomasa y manejo de *Lemna gibba* (lenteja de agua) en la bahía interior del Lago Titicaca, Puno. Ecol. Apl. 91–99.
- Carbonell, C.S., M.M. Cigliano & C.E. Lange. 2006. Especies de Acridomorfos [Orthoptera] de Argentina y Uruguay. The Orthopterists' Society at the Museo de La Plata, La Plata (AR).
- Castillo, E., Y. Acosta, N. Betancourt, E. Castellanos, A. Matos, V. Cobos & M. Jover. 2002. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de alevines de tilapia roja. Rev. Aquat. Vol 16 1 16(1).
- Cedergreen, N. & T.V. Madsen. 2004. Light regulation of root and leaf NO₃– uptake and reduction in the floating macrophyte *Lemna minor*. New Phytol. 161: 449–457.
- Celis Hidalgo, J., J. Junod Montano & M. Sandoval Estrada. 2005. Recientes aportes en la depuración de aguas residuales con plantas acuáticas. Theoria 14 (1): 17–25.
- Celleri, R. 2010. Estado del conocimiento técnico científico sobre los servicios ambientales hidrológicos generados en los Andes, p. 25–46. En M. Quintero (ed.). Servicios Ambientales Hidrológicos En La Región Andina. IEP Instituto de Estudios Peruanos.
- Chivian, E. & A. Bernstein. 2008. Sustaining Life. Oxford University Press, USA.

- Clostre, G. & M. Suni. 2006. Efecto del nitrógeno, fósforo y potasio del medio de cultivo en el rendimiento y valor nutritivo de *Lemna gibba* L. (Lemnaceae). *Rev. Peru. Biol.* 13: 231–235.
- Corti, P. & R.P. Schlatter. 2002. Feeding Ecology of the Black-necked Swan *Cygnus melancoryphus* in Two Wetlands of Southern Chile. *Stud. Neotropical Fauna Environ.* 37(1): 9–14.
- Coutinho, M.E. 1989. Ecologia populacional de *Eichhornia azurea* e sua participacao na dinamida da vegetacao aquática da Lagoa do Infernao, SP. Dissertacao (Maestrado), Universidade Federal de Sao Carlos, Brasil.
- Cruz, S., M. Rique, S. Tapia & M. Nieto. 2004. Ingredientes para la elaboración de alimentos balanceados para camarón; criterios de selección. *In* Curso RAPCO En Agricultura. Monterrey México.
- Culley Jr, D.D. & E.A. Epps. 1973. Use of duckweed for waste treatment and animal feed. *Water Pollut. Control Fed.* 337–347.
- Cunniff, P. & AOAC International. 1997. Official methods of analysis of AOAC International. AOAC International, Gaithersburg, Md.
- Cyrino, J., A. Bicudo, R. Sado & R. Borghesi. 2006. Producto de peixes e meio ambiente – a busca pela definicao, formulacao e uso de alimentos ambientalmente corretos en piscicultura, p. 28. Presented at the 2nd Congresso Latino Americano de Nutricao Animal CBNA, Sao Paulo, Brazil.
- Davidson, J., C. Good, F.T. Barrows, C. Welsh, P.B. Kenney & S.T. Summerfelt. 2013. Comparing the effects of feeding a grain- or a fish meal-based diet on water quality, waste production, and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* performance within low exchange water recirculating aquaculture systems. *Aquac. Eng.* 52: 45–57.
- Dayan, J., M. Schwarzkopf, A. Avni & R. Aloni. 2010. Enhancing plant growth and fiber production by silencing GA 2-oxidase. *Plant Biotechnol. J.* 8: 425–435.
- Dewanji, A. 1993. Amino acid composition of leaf proteins extracted from some aquatic weeds. *J. Agric. Food Chem.* 41: 1232–1236.
- Dias, J., L.E. Conceição, A.R. Ribeiro, P. Borges, L.M. Valente & M.T. Dinis. 2009. Practical diet with low fish-derived protein is able to sustain growth

- performance in gilthead seabream *Sparus aurata* during the grow-out phase. *Aquaculture* 293: 255–262.
- Díaz Fonseca, S.X. & M.A. Molano Morales. 2001. Cuantificación y valoración económica de la captura de CO₂ por plantaciones del género *Eucaliptus* establecidas por el preña en las cuencas carboníferas de Cesar, Valle del Cauca-cauca y Altiplano Cundiboyacense. *Rev. For. Iberoam.* 1 (1): 92–102.
- Dore, S., T.E. Kolb, M. Montes-Helu, B.W. Sullivan, W.D. Winslow, S.C. Hart, J.P. Kaye, G.W. Koch & B.A. Hungate. 2008. Long-term impact of a stand-replacing fire on ecosystem CO₂ exchange of a ponderosa pine forest. *Glob. Change Biol.* 14: 1801–1820.
- Easterling, D.R., J.L. Evans, P.Y. Groisman, T.R. Karl, K.E. Kunkel & P. Ambenje. 2000. Observed Variability and Trends in Extreme Climate Events: A Brief Review. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 81: 417–425.
- El-Sayed, A.-F.M. 1990. Long-term evaluation of cotton seed meal as a protein source for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linn.). *Aquaculture* 84: 315–320.
- El-Sayed, A.-F.M. 1992. Effects of substituting fish meal with *Azolla pinnata* in practical diets for fingerling and adult Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquac. Res.* 23: 167–173.
- Escamilla, L. 1998. Composición química y obtención de concentrados de proteína foliar de plantas acuáticas presentes en los canales de Xochimilco. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México DF.
- Espejo, C. 1997. La piscicultura en Colombia. Tecnología de punta en el departamento de Valle del Cauca, p. 78. Presented at the IV Simposio Centroamericano de Acuicultura. Cultivo sostenible de camarón y tilapia, Tegucigalpa, Honduras.
- FAO. 2003. Food energy - methods of analysis and conversion factors, Report of Technical Workshop, Food and Nutrition. No. 77, Roma, Italia.
- FAO. 2012. El Estado Mundial de La Pesca y La Acuicultura 2012. Fao Inter-Departmental Working Group.

- Ferreira, R.M.B., B. Bird & D.D. Davies. 1989. The Effect of Light on the Structure and Organization of *Lemna* Peroxisomes. *J. Exp. Bot.* 40: 1029–1035.
- Finlayson, C.M. 1984. Growth rates of *Salvinia molesta* in Lake Moondarra, Mount Isa, Australia. *Aquat. Bot.* 18: 257–262.
- Flores, J., G. Cabanillas & H. Aponte. 2012. Estudio Preliminar de la productividad foliar y de Biomasa de *Limnobium laevigatum* (HYDROCHARITACEAE) bajo condiciones de laboratorio. *In* Libro de Resúmenes. Presented at the XXI Reunión Científica ICBAR, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú.
- Francia, J.C., H. Aponte, G. Sotil & C. Segura. 2014. Uso de *Limnobium laevigatum* (Hydrocharitaceae) como reemplazo parcial del alimento balanceado para dietas de alevines de carpa común *Cyprinus carpio*. *In* Libro de Resúmenes Del Congreso LAQUA14 – Guadalajara México. Presentado en LAQUA14 – Guadalajara México.
- Furuya, V.R.B., W.M. Furuya, C. Hayashi & C.M. Soares. 2000. Niveles de inclusión de harina de girasol en la alimentación de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), en etapa juvenil. *Zootec. Trop.* 18(1): 91–106.
- Gaigher, I.G., D. Porath & G. Granoth. 1984. Evaluation of duckweed (*Lemna gibba* as feed for tilapia *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) in a recirculating unit. *Aquaculture* 41: 235–244.
- Glas, C. 2000. Evaluación de factores fisicoquímicos y biológicos en el desempeño de reactores duckweed, con y sin pretratamiento anaeróbico en el tratamiento de aguas residuales domésticas. Tesis de Maestría, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- González, R. 2010. Cultivo de *Lemna perpusilla* en el valle del Cauto y su empleo en la alimentación de alevines y juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencias Veterinarias, Universidad de Granma, Bayamo, Cuba.
- Gutiérrez, K., L. Sanginés, F. Pérez & L. Martínez. 2001. Estudios del potencial de la planta acuática *Lemna gibba* en la alimentación de cerdos. *Rev. Cuba. Cienc. Agríc.* 35: 367–372.

- Hammer, Ø., D.A.T. Harper & P.D. Rayan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* 4(1): 9.
- Hasan, M.R. & R. Chakrabarti. 2009. Use of algae and aquatic macrophytes as feed in small-scale aquaculture: a review, FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 531. FAO, Rome.
- Hassan, M.S. & P. Edwards. 1992. Evaluation of duckweed (*Lemna perpusilla* and *Spirodela polyrrhiza*) as feed for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 104: 315–326.
- Henry-Silva, G., A.F.M. Camargo & M. Pezzato. 2002. Effect of nutrient concentration on the growth of aquatic macrophytes *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* and *Salvinia molesta*, p. 147–150. En Proceedings of the 11 Th EWRS International Symposium on Aquatic Weeds. Moliets et Maâ - Francia.
- Hillman, W.S. 1966. Photoperiodism in *Lemna*: Reversal of Night Interruption Depends on Color of the Main Photoperiod. *Science* 154: 1360–1362.
- Hillman, W.S. 1976. Calibrating Duckweeds: Light, Clocks, Metabolism, Flowering. *Science* 193: 453–458.
- Hoffmann, W.A. & H. Poorter. 2002. Avoiding Bias in Calculations of Relative Growth Rate. *Ann. Bot.* 90: 37–42.
- Houghton, J.T. 2004. Global Warming: The Complete Briefing. Cambridge University Press.
- Hussner, A. 2010. Growth response and root system development of the invasive *Ludwigia grandiflora* and *Ludwigia peploides* to nutrient availability and water level. *Fundam. Appl. Limnol. Arch. Für Hydrobiol.* 177: 189–196.
- Hyams, D.G. 2010. CurveExpert software.
- IPCC. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japón.
- Irving, A.D., S.D. Connell & B.D. Russell. 2011. Restoring Coastal Plants to Improve Global Carbon Storage: Reaping What We Sow. *PLoS ONE* 6: e18311.

- Jaksic, V., G. Kiely, J. Albertson, R. Oren, G. Katul, P. Leahy & K.A. Byrne. 2006. Net ecosystem exchange of grassland in contrasting wet and dry years. *Agric. For. Meteorol.* 139: 323–334.
- Jansson, C. 2010. Phytosequestration: Carbon Biosequestration by Plants and the Prospects of Genetic Engineering. *BioScience* 60: 685–696.
- Jones, P.D., D.H. Lister, T.J. Osborn, C. Harpham, M. Salmon & C.P. Morice. 2012. Hemispheric and large-scale land-surface air temperature variations: An extensive revision and an update to 2010. *J. Geophys. Res. Atmospheres* 117: n/a–n/a.
- Junk, W. & M. Piedade. 1993. Biomass and primary-production of herbaceous plant communities in the Amazon floodplain. *Hydrobiologia* 263: 155–162.
- Kato, A. 1982. Kinetic studies of growth and flowering of *Lemna gibba* G3 under continuous light: Effects of night interruptions with red and far-red light. *Plant Sci. Lett.* 27: 203–212.
- Köprücü, K. & Y. Özdemir. 2005. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 250: 308–316.
- Körner, S., J.E. Vermaat & S. Veenstra. 2003. The capacity of duckweed to treat wastewater, ecological considerations for a sound design. *J. Environ. Qual.* 32: 1583–1590.
- Lampert, W. & U. Sommer. 2007. *Limnoecology*. Oxford University Press.
- Lara Herrera, A. 1999. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Terra* 17: 221–229.
- Leng, R.A., J.H. Stambolie & R. Bell. 1995. Duckweed-a potential high-protein feed resource for domestic animals and fish. *Livest. Res. Rural Dev.* 7: 36.
- León, B., A. Cano & K. Young. 1998. Uso Actual de la Flora y Vegetación en los Humedales de la Costa Central del Perú, p. 191–104. *En* A. Cano & K. Young (eds.). *Los Pantanos de Villa: Biología Y Conservación*, Serie de Divulgación N°11. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú.
- Lev-Yadun, S. 2010. Plant fibers: Initiation, growth, model plants, and open questions. *Russ. J. Plant Physiol.* 57: 305–315.

- Linn, J.G., R.D. Goodrich, J.C. Meiske & E.J. Staba. 1973. Aquatic Plants From Minnesota. Part 4-Nutrient Composition. Bulletin No. 56, Water Resources Research Center. University of Minnesota., Minnesota - Estados Unidos.
- Martel, C. & L. Cairampoma. 2012. Cuantificación del carbono almacenado en formaciones vegetales amazónicas en CICRA, Madre de Dios, Perú. Ecol. Apl. 11(2): 59–65.
- Martelo, J. & J.A.L. Borrero. 2012. Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales, una revisión del estado del arte. Ing. Cienc. Vol. 8(15): 221–143.
- Maslin, M. 2007. Global Warming: Causes, Effects, and the Future. MBI Publishing Company.
- Menezes, C. 1984. Biomassa e producao primária de tres espécies de macrófitas aquáticas da Represa do Lobo (Broa). Dissertacao (Maestrado), Universidade Federal de Sao Carlos, Brasil.
- Millennium Ecosystem Assesment. 2005. Ecosystems and human well-being. Island Press, World Resources Institute, Washington, DC.
- Missouri Botanical Garden. 2016. Tropicos Distribution - *Limnobium laevigatum* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine. Trópicos. URL <http://www.tropicos.org/Name/16100087?tab=distribution>. Revisado el 7/6/2016
- Missouri Botanical Garden, (primero). 2015. Tropicos | Name - *Limnobium laevigatum* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine [WWW Document]. URL <http://www.tropicos.org/Name/16100087?tab=distribution>. Revisado el 8/6/2015
- Mkandawire, M. & E. Gert Dudel. 2007. Are *Lemna* spp. Effective Phytoremediation Agents? Bioremediation Biodivers. Bioavailab. 1(1): 56–71.
- Mogas Amorós, J. & P. Riera Mical. 2005. El valor de la fijación de carbono en los programas de forestación. Bol. Económico ICE Inf. Comer. Esp. 13–28.
- Mohedano, R.A., J.B. Rodríguez & D.M. Fracalossi. 2005. *Lemna valdiviana*, uma planta que além de tratar efluentes alimenta os peixes cultivados. Panor. Aquicultura 15: 33–40.

- Murillo Castillo, P.A., L.G. Novoa Acuna & J.P. Rodríguez Miranda. 2012. Evaluación de un humedal artificial de flujo superficial con *Limnobium laevigatum* para el tratamiento de aguas residuales combinadas (domésticas y pecuarias) en Bogotá D.C., Colombia. *TechnoAmbiente* 232, Año XXII: 9–15.
- Okoye, F.C., F. Daddy & B.D. Ilesanmi. 2002. The nutritive value of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and its utilisation in fish feed, p. 65–70. *In* Proceedings of the International Conference on Water Hyacinth. New Bussa, Nigeria.
- Olivera, Y., R. Machado & P.P. del Pozo. 2012. Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género *Brachiaria*. *Pastos Forrajes Cuba* 19 (1): 1–23.
- Paine, C.E.T., T.R. Marthews, D.R. Vogt, D. Purves, M. Rees, A. Hector & L.A. Turnbull. 2012. How to fit nonlinear plant growth models and calculate growth rates: an update for ecologists. *Methods Ecol. Evol.* 3: 245–256.
- Palomino Contreras, D. & C. Cabrera Carranza. 2012. Estimación del servicio ambiental de captura del CO₂ en la flora de los humedales de Puerto Viejo. *Rev. Inst. Investig. Fac. Ing. Geológica Minera Metal. Geográfica* 10: 49–59.
- Penha, J.M.F. 1994. Ecologia populacional de *Pontederia lanceolata* (Nutt.) em uma área alágavel do pantanal Matogrossense, MT. Dissertacao (Maestrado), Universidade Federal de Sao Carlos, Brasil.
- Pereira, R., L.M.P. Valente, I. Sousa-Pinto & P. Rema. 2012. Apparent nutrient digestibility of seaweeds by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Algal Res.* 1: 77–82.
- Pistori, R.E.T., A.F.M. Camargo & G.G. Henry-Silva. 2004. Relative growth rate and doubling time of the submerged aquatic macrophyte *Egeria densa* Planch. *Acta Limnol. Bras.* 16: 77–84.
- Ponce, J.T. & M. Fitz. 2004. Azolla mexicana y Lemna sp. como alimentos suplementarios en el policultivo de juveniles de tilapia (*Oreochromis hornorum*) y carpa barrogona (*C. rubrofusus*) bajo condiciones

- semicontroladas, p. 6. Presentado en el I Congreso Nacional de Acuicultura SEPESCA, Pachuca, Hidalgo, México.
- Ramirez, D. & A. Cano. 2010. Estado de la diversidad de la flora vascular de los Pantanos de Villa (Lima - Perú). *Rev. Peru. Biol.* 17: 111–114.
- Reddy, K.R. & W.F. DeBusk. 1984. Growth characteristics of aquatic macrophytes cultured in nutrient-enriched water: I. Water hyacinth, water lettuce, and pennywort. *Econ. Bot.* 38: 229–239.
- Reid, J. & W. Stanley. 2003. Exploring duckweed (*Lemna gibba*) as a protein supplement for ruminants using the boer goat (*Capra hircus*) as a model. North Carolina State University, Raleigh.
- Rogelj, J., M. Meinshausen & R. Knutti. 2012. Global warming under old and new scenarios using IPCC climate sensitivity range estimates. *Nat. Clim. Change* 2: 248–253.
- Roulet, N.T. 2000. Peatlands, carbon storage, greenhouse gases, and the Kyoto Protocol: Prospects and significance for Canada. *Wetlands* 20: 605–615.
- Rünitz, M., M. Chacón & R. Porro. 2008. Guía para la Determinación de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales. Consorcio Iniciativa Amazónica (IA) y Centro Mundial Agroforestal (ICRAF), Belém, Brasil.
- San Martín, C. & C. Boetscher. 2003. Importancia ecológica de la heterofilia en *Limnobia laevigatum*. *Bol. Soc. Argentina Botánica (Supl.)*: 131–132.
- Schulze, E.-D., E. Beck & K. Müller-Hohenstein. 2005. *Plant Ecology*. Springer.
- Sotolu, A.O. 2010. Digestibility value and nutrient utilization of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) meal as plant protein supplement in the diet of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) juveniles. *Am.-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 9: 539–544.
- Soto-Pinto, L., G. Jiménez-Ferrer, A.V. Guillen, B. De Jong & E. Esquivel-Bazán. 2001. Experiencia agroforestal para la captura de carbono en comunidades indígenas de México, p. 16–17. *En International Workshop on Carbon Sequestration*, Venezuela.
- Sunday, A.D. 2002. The Utilization of Water Hyacinth *Eichhornia crassipes* by wets african dwarf (wad) growing goats. *Afr J Biomed Res* (4): 147–149.

- Thanh, D.H., L.N. Van, L. Rodríguez & L. Ly. 1997. Nitrogen digestion and metabolism in Mong Cai pigs fed sugar cane juice and different foliages as sources of protein. *Livest. Res. Rural Dev.* 9(2): 17.
- Thanh, H. 2012. Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) – Biomass Production, Ensilability and Feeding Value to Growing Cattle. Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Upsala.
- Tobin, E.M. 1978. Light regulation of specific mRNA species in *Lemna gibba* L. G-3. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 75: 4749–4753.
- Ty, C. & T.R. Preston. 2005. Effect of water spinach and fresh cassava leaves on intake, digestibility and N retention in growing pigs. *Livest. Res. Rural Dev.* 17: 77–83.
- USDA. 1931. Factors for converting percentages of nitrogen in foods and feeds into percentages of proteins. No. 183, Washington D.C. - Estados Unidos.
- USDA, ARS, National Genetic Resources Program. 2014. Germplasm Resources Information Network - (GRIN) [On Line Data Base].
- USDA, ARS, National Genetic Resources Program. 2016. World Economic Plants - GRIN-Global Web v 1.9.6.2 [WWW Document]. US Natl. Plant Germplasm Syst. URL <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxon/taxonomysearcheco.aspx>. Revisado el 7/6/2016.
- Valarezo, J. & D. Ochoa. 2013. Rendimiento y valoración nutritiva de especies forrajeras arbustivas establecidas en bancos de proteína, en el sur de la Amazonía ecuatoriana. *Cedamaz* 3: 113–124.
- Valladares, F. & R.W. Pearcy. 1998. The functional ecology of shoot architecture in sun and shade plants of *Heteromeles arbutifolia* M. Roem., a Californian chaparral shrub. *Oecologia* 114: 1–10.
- Vásquez, L., C. Newman, M. Urdaneta, F. Zavaleta & A. Valbuena. 1998. Plantas acuáticas vasculares como fuente de proteínas para el consumo humano, p. 1–28. *En Memorias*. Presented at the XXVI Congreso Interamericano de Ingeniería Ambiental y sanitaria, Lima - Perú.
- Villareal Colemanares, H. 2002. Avances en la nutrición de *Cherax quadricarinatus*. *En Avances En Nutrición Acuicola VI*. Presented at the

Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, Cancún, Quintana Roo, México.

- Walkley, A. & I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil and, and a modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29–38.
- Watanabe, W., B. Olla, L. Wicklund & W. Head. 1997. Tilapia Aquaculture in the Americas. Vol. I, p. 54–141. *In* Saltwater Culture of the Florida Red Tilapia and Other Saline Tolerant Tilapias: A Review. World Aquaculture Society Baton Rouge, Louisiana, United States.
- Wee, K.L. & S.-S. Wang. 1987. Nutritive value of *Leucaena* leaf meal in pelleted feed for Nile tilapia. *Aquaculture* 62: 97–108.
- Xie, Y. & D. Yu. 2003. The significance of lateral roots in phosphorus (P) acquisition of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Aquat. Bot.* 75: 311–321.
- Zhang, Y.-Y., D.-Y. Zhang & S.C. Barret. 2010. Genetic uniformity characterizes the invasive spread of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*), a clonal aquatic plant. *Mol. Ecol.* 19: 1774–1786.

Anexo 1. Condiciones del laboratorio medidas en la etapa de aclimatación y a lo largo del experimento con nutrientes. F=Fecha; H=Hora de medición; I=Iluminación (lux); I(P)=Iluminación (PAR); TH2O=Temperatura del agua; TAM=Temperatura del laboratorio; MAM=Temperatura mínima ambiental; MXAM=Temperatura Máxima ambiental; MH2O=Temperatura mínima de agua; MXH2O=Temperatura máxima del agua; HR%=Humedad relativa del laboratorio; HRM=Humedad relativa mínima; HRX=Humedad relativa máxima.

F	H	I	I(P)	TH2O	TAM	MAM	MXAM	MH2O	MXH2O	HR%	HRM	HRX
08-ene	14:00	67300	269.2									
09-ene	15:30	32600	130.4									
09-ene	17:01	18900	75.6									
09-ene	12:00	7840	31.36	23.2	26.5	22.3		21.7				
10-ene	14:40	53800	215.2	26.8	25.9					65		
10-ene	12:00	10430	41.72	23.7	29.7					55		
10-ene	08:00	4410	17.64	22.6	25.7					64		
10-ene	17:00	2530	10.12	27.9		21.9		22.3			45	79
11-ene	17:00	18500	74	25.6	27.5	27.5	22.7	27.8	22.3	58	58	78
11-ene	12:00	6530	26.12	22.9	23.4					76		
11-ene	08:00	4450	17.8	22.6	23.8					75		
14-ene	12:00	8630	34.52	23.8	25.2					71		
14-ene	17:00	2690	10.76	25.4	23.8	22.3	29.3	22.1	29.3	75	57	82
15-ene	12:00	8200	32.8	23.5	24.7					77		
15-ene	15:00	7330	29.32	26.4	25.9					69		
15-ene	17:00	5200	20.8	26.7	26.7	22.2	26.9	22.4	26.8	66	65	83
15-ene	08:00	2030	8.12	22.5	22.7					81		
16-ene	12:00	10380	41.52	24.4	25					72		
16-ene	15:00	4080	16.32	25.7	25.2					72		
17-ene	15:00	11900	47.6	25.3	25.9					69		
17-ene	17:00	6890	27.56	27	25.9	22.4	27.8	22.7	27.3	67	81	63
17-ene	09:00	3650	14.6	23.4	23.5					78		
18-ene	12:00	11050	44.2	23.3	24					75		
18-ene	17:00	9700	38.8	26.5	25.5	21.9	27.2	21.9	27.3	68	63	81
18-ene	09:00	1590	6.36	21.9	22.7					79		
21-ene	15:00	51500	206	27.8	26.7					63		
21-ene	17:00	5160	20.64	29.5	30.6	21.4	30.9	21.7	26.7	51	51	81
21-ene	12:00	3530	14.12	22.3	22.9					76		
22-ene	08:00	3070	12.28	23.2	23.4					77		
22-ene	12:00	3350	13.40	24.10	25.00					77		

F	H	I	I(P)	TH2O	TAM	MAM	MXAM	MH2O	MXH2O	HR%	HRM	HRX
22-ene	15:00	55000	220	28.5	25.7					68		
22-ene	17:00	11500	46	28.1	24.7	22.7	30.9	22.3	29.7	73	50	84
23-ene	08:00	2100	8.4	22.4	22.7					77		
23-ene	15:00	3270	13.08	25.3	24.7					76		
23-ene	17:00	3110	12.44	24.5	23.8	22.4	30.9	22.2	29.7	77	50	84
24-ene	08:00	1820	7.28	22.3	22.4					74		
24-ene	13:00	10800	43.2	24.3	24.3					78		
24-ene	15:00	59500	238	30.2	26.5					70		
24-ene	17:00	22800	91.2	31	27.2	22	27	22	31.1	65	64	81
25-ene	08:00	1570	6.28	22.7	23.1	22.6	28.1			78		
25-ene	12:00	5710	22.84	24.1	24.3			22.7	24.5	77		
25-ene	15:00	51200	204.8	29.7	26.2					68		
25-ene	17:00	15000	60	31.6	29.31	24.3	29.7	31.1	31.7	57		77
26-ene	12:00	6140	24.56	24.4	24.7					76		
26-ene	15:00	53700	214.8	31.3	26.9					68		
26-ene	17:00	11000	44	32.1	29.4	23.4	29.4	23.1	32.3	62	56	77
28-ene	08:00	1560	6.24	22.8	23.4					76		
28-ene	12:00	4160	16.64	23.4	24					77		
28-ene	15:00	46600	186.4	26.8	25.4	23.1	30.3	22.7	32.1	67	62	78
29-ene	08:00	2400	9.6	22.9	23.4					76		
29-ene	14:00	16200	64.8	25.7	25.5					69		
29-ene	15:00	1010	4.04	26.3	25.5					68		
29-ene	17:00	4810	19.24	26.2	25					68		
30-ene	08:00	2550	10.2	22.1	22.4	22.2	26.5	21.9	28.3	79	66	79
30-ene	12:00	14570	58.28	23.4	23.4					77		
30-ene	15:00	20000	80	27.1	25					68		
30-ene	17:00	13920	55.68	30.7	27.8	22.1	30.8	22.2	27.8	62	61	79
31-ene	15:00	51600	206.4	28.7	25.7					69		
31-ene	08:00	3000	12	22.6	22.9					77		
31-ene	12:00	4260	17.04	23.6	23.1					76		
31-ene	17:00		0	28.7	31					69		
01-feb	08:00	2140	8.56	23.1	23.1	22.7	27.8	22.3	31	78	78	60
01-feb	12:00	5090	20.36	24.3	22.3					77		
01-feb	15:00	54000	216	29.3	26.2					69		
01-feb	17:00	27400	109.6	33.1	29.3	22.7	29.7	23	33.1	59	59	79
02-feb	12:00	12400	49.6	26.3	25					70		
02-feb	15:00	53300	213.2	30.2	28.1					62		
02-feb	17:00	2300	9.2	32.3	28.7	22.7	29.7	23	33.2	61	59	79
04-feb	15:00	10570	42.28	28.8	26.1					68		
04-feb	17:00	14300	57.2	27.5	25.7	22.5	27.2	22.7	32.4	66	61	79

F	H	I	I(P)	TH2O	TAM	MAM	MXAM	MH2O	MXH2O	HR%	HRM	HRX
05-feb	08:00	2090	8.36	23.3	23.8					78		
05-feb	12:00	4300	17.2	23.5	24.7					75		
05-feb	15:00	2700	10.8	25.1	24.7					72		
05-feb	17:00	1895	7.58	24.9	24.5	23.4	25.7	22.7	27.4	71	61	80
06-feb	08:00	2610	10.44	23.6	23.5					79		
06-feb	12:00	3220	12.88	25.1	24.3					77		
06-feb	15:00	17890	71.56	30.9	26.5					67		
06-feb	17:00	1860	7.44	28.8	25.5	23.1	26.5	22.7	31.2	67	61	81
07-feb	08:00	2020	8.08	24	23.8					78		
07-feb	15:00	24400	97.6	32.7	27.5					68		
07-feb	17:00	5650	22.6	31.9	26.9	23.4	28.1	23.6	33.2	68	67	79
08-feb	08:00	2580	10.32	24	23.8					82		
08-feb	12:00	13520	54.08	28.3	25.7					72		
08-feb	15:00	6800	27.2	29.9	25.9					70		
08-feb	17:00	2020	8.08	28.2	25.7	23.5	29.6	23.8	29.1	73	67	83
09-feb	12:00	8600	34.4	26.8	25.2					75		
09-feb	15:00	15000	60	32.5	29					66		
09-feb	17:00	2050	8.2	29.2	26.5	23.8	32.8	23.5	29.3	69	66	83
11-feb	08:00	2500	10	24.3	24.7					83		
11-feb	12:00	9580	38.32	26.7	25.2					77		
11-feb	15:00	10400	41.6	32.7	29.6					71		
11-feb	17:00	19600	78.4	32.1	28.4	24	28.4	24.2	33.1	66	66	84
12-feb	08:00	2480	9.92	24.4	24.3					79		
12-feb	12:00	66100	264.4	25.3	25					72		
12-feb	15:00	1150	4.6	31.2	26					69		
12-feb	17:00	26400	105.6	32.7	29	24	29.3	22.6	32.7	61	61	80
13-feb	08:00	3180	12.72	24.2	24.5					78		
13-feb	12:00	7030	28.12	25.9	25					74		
13-feb	15:00	56000	224	31.3	26.7					67		
13-feb	17:00	10100	40.4	30.9	25.7	24.3	29.3	24.1	32.8	68	61	78
14-feb	08:00	2390	9.56	23.1	23.5					77		
14-feb	12:00	9980	39.92	25.5	24.7					76		
14-feb	15:00	54500	218	31.8	26.7					69		
14-feb	17:00	9690	38.76	32.9	28.7	23.4	29.9	22.9	34.4	60	60	78
15-feb	08:00	1190	4.76	23.8	24					77		
15-feb	12:00	3430	13.72	25.1	24.5					76		
15-feb	15:00	17000	68	29.3	25.9					69		
15-feb	17:00	6060	24.24	28	25.7	23.4	29.9	22.9	34.4	66	60	78
16-feb	12:00	4980	19.92	25.5	24.3					76		
16-feb	15:00	37500	150	33.2	27.2					67		

F	H	I	I(P)	TH2O	TAM	MAM	MXAM	MH2O	MXH2O	HR%	HRM	HRX
16-feb	17:00	4050	16.2	31.7	27.5	23.1	29.7	23.4	33.7	65	63	78
18-feb	08:00	2200	8.8	23.4	23.4					79		
18-feb	12:00	12900	51.6	26.8	25.2					72		
18-feb	15:00	25900	103.6	33.9	28.7					64		
18-feb	17:00	11100	44.4	32.5	27	23.4	29.3	23.3	34	62	60	79
19-feb	08:00	1360	5.44	23.4	23.5					77		
19-feb	12:00	6820	27.28	24.1	24.3					75		
19-feb	15:00	6710	26.84	24.4	24.3					74		
19-feb	17:00	6210	24.84	30.8	26.7	23.1	27.8	22.9	32.5	62	61	78
20-feb	08:00	1670	6.68	22.5	22.4					77		
20-feb	12:00	3700	14.8	24.1	23.4					78		
20-feb	15:00	20200	80.8	27.8	24.3					73		
20-feb	17:00	7340	29.36	31.1	26.5	22.2	26.7	22.2	31.1	67	63	78
21-feb	08:00	1282	5.128	22.5	22.7					76		
21-feb	12:00	4590	18.36	24.4	24					75		
21-feb	15:00	40700	162.8	29.4	25.7					64		
21-feb	17:00	2320	9.28	26	25.8	22.4	26.5	22.3	31.1	66	62	77
22-feb	08:00	3400	13.6	22.8	22.7					78		
22-feb	12:00	4600	18.4	24.4	23.8					77		
22-feb	15:00	5740	22.96	27.8	24.3					72		
22-feb	17:00		0	26.1	24	22.2	25	22.4	28.2	74	68	79
23-feb	12:00	10830	43.32	26.5	24.5					74		
23-feb	15:00	12010	48.04	28.1	24.5					72		
23-feb	17:00	3430	13.72	27.1	24.3	21.8	25	22.1	28.3	74	69	79
25-feb	08:00	1950	7.8	22.8	22.2					79		
25-feb	12:00	6410	25.64	24.2	23.1					79		
25-feb	15:00	7200	28.8	26.9	24.3					77		
25-feb	17:00	4200	16.8	28.4	24	22	26.9	22.1	30	76	67	80

Anexo2. Fotoperiodo durante el período de aclimatación y el experimento con nutrientes. F=Fecha; FOT=Fotoperiodo (Horas de luz).

F	FOT
09-ene	12.80
10-ene	12.80
11-ene	12.78
12-ene	12.78
13-ene	12.77
14-ene	12.77
15-ene	12.75
16-ene	12.77
17-ene	12.75
18-ene	12.75
19-ene	12.73
20-ene	12.73
21-ene	12.72
22-ene	12.72
23-ene	12.70
24-ene	12.70
25-ene	12.68
26-ene	12.67
27-ene	12.67
28-ene	12.65
29-ene	12.63
30-ene	12.63
01-feb	12.62
02-feb	12.62
03-feb	12.60
04-feb	12.60
05-feb	12.58
06-feb	12.57
07-feb	12.57
08-feb	12.57
09-feb	12.53
10-feb	12.53
11-feb	12.53
12-feb	12.50
13-feb	12.50
14-feb	12.50
15-feb	12.48

F	FOT
16-feb	12.47
17-feb	12.45
18-feb	12.45
19-feb	12.45
20-feb	12.42
21-feb	12.42
22-feb	12.40
23-feb	12.40
24-feb	12.38
25-feb	12.37

Anexo 3. Caracterización del agua de zona de colecta y de los grifos de agua.

	Unidades	Zona de Colecta	Grifos de agua UCSUR
pH		7.82	7.33
C.E.	dS/m	3.36	0.91
Calcio	meq/L	6.1	4.36
Magnesio	meq/L	2.66	1.56
Potasio	meq/L	0.98	0.18
Sodio	meq/L	26.13	3.56
SUMA DE CATIONES		35.87	9.66
Nitratos	meq/L	0.51	0.34
Carbonatos	meq/L	0	0.00
Bicarbonatos	meq/L	5.95	2.90
Sulfatos	meq/L	4.04	0.89
Cloruros	meq/L	25	5.50
SUMA DE ANIONES		35.5	9.63
Sodio	%	72.85	36.85
RAS		12.49	2.07
Boro	ppm	3.14	0.67
Clasificación		C4-S3	C3-S1
Cobre	ppm	0.01	0.01
Zinc	ppm	0.001	0.090
Manganeso	ppm	0.02	0.000
Hierro	ppm	0.012	0.020
Molibdeno	ppm	-	0.022
Amonio	ppm	14.4	7.20

Análisis Realizado en el laboratorio de Agua y Suelos de la UNALM

SOLICITANTE : HECTOR APONTE UBILLUS

PROCEDENCIA : LIMA

REFERENCIA : H.R. 45693 y H.R. 39463

Anexo 4. Condiciones del laboratorio medidas en la etapa de aclimatación y a lo largo del primer experimento para hallar la capacidad de carga. F=Fecha; H=Hora de medición; I=Iluminación (lux); I(P)=Iluminación (PAR); TH2O=Temperatura del agua; TAM=Temperatura del laboratorio; MAM=Temperatura mínima ambiental; HR%=Humedad relativa del laboratorio.

F	H	TH2O	TAM	HR%	I	I(P)
09-ene	08:05 a.m.	24.7	25	76	46600	186.4
09-ene	01:00 p.m.	25.3	24.5	75	1305	5.22
09-ene	05:03 p.m.	24.8	24.5	79	873	3.492
10-ene	08:07 p.m.	24.6	24.3	81	675	2.7
10-ene	12:55 p.m.	24.6	24.5	76	3100	12.4
10-ene	05:00 p.m.	23.9	24	77	972	3.888
13-ene	08:09 a.m.	23.8	24.3	79	4100	16.4
13-ene	12:57 p.m.	25.5	24.3	81	1284	5.136
13-ene	05:00 p.m.	25.5	24	81	860	3.44
14-ene	08:10 p.m.	25.2	24.5	81	5120	20.48
15-ene	08:05 p.m.	24.2	23.3	83	1314	5.256
15-ene	12:58 p.m.	24.9	24.7	77	1472	5.888
15-ene	05:00 p.m.	25.1	23	76	977	3.908
16-ene	08:08 a.m.	24.4	23.7	82	1432	5.728
16-ene	12:59 p.m.	24.5	24.6	81	238	0.952
16-ene	05:00 p.m.	25.8	24.7	82	870	3.48
17-ene	08:01 a.m.	26.6	25.6	77	3370	13.48
17-ene	12:55 p.m.	25	25.5	75	2550	10.2
17-ene	05:08 p.m.	25.6	25.2	76	135	0.54
20-ene	08:10 p.m.	24.6	24.3	80	710	2.84
20-ene	01:00 p.m.	25.1	24	75	1394	5.576
20-ene	05:05 p.m.	25	24.7	79	676	2.704
21-ene	08:04 a.m.	24.3	24	81	1854	7.416
21-ene	01:00 p.m.	24.3	24.7	76	4310	17.24
21-ene	05:07 p.m.	25.6	24.2	77	681	2.724
22-ene	08:08 a.m.	24.5	24	82	713	2.852
22-ene	01:00 p.m.	25.7	25.2	76	1342	5.368
22-ene	05:00 p.m.	25.4	24.7	81	807	3.228
23-ene	08:03 a.m.	25.2	24.7	81	2780	11.12
23-ene	01:04 p.m.	25.6	25.2	76	2360	9.44
23-ene	05:02 p.m.	25.7	24	78	279	1.116
24-ene	08:00 a.m.	24.8	24.7	80	1281	5.124
24-ene	12:50 p.m.	25.3	25.2	73	2630	10.52

F	H	TH2O	TAM	HR%	I	I(P)
24-ene	05:02 p.m.	25.4	24.7	78	606	2.424
27-ene	08:10 a.m.	25.5	25.5	73	1725	6.9
27-ene	01:02 p.m.	24	25	81	557	2.228
27-ene	05:00 p.m.	25.5	25	75	587	2.348
28-ene	08:10 a.m.	25.1	25.2	75	488	1.952
28-ene	01:00 p.m.	24.6	25.2	72	1317	5.268
28-ene	05:00 p.m.	24.3	25.2	73	499	1.996
29-ene	08:05 a.m.	25.4	24.3	77	1610	6.44
29-ene	01:03 p.m.	25.3	24.7	74	1497	5.988
29-ene	05:10 p.m.	25.1	24.7	75	1019	4.076
30-ene	08:10 p.m.	24.9	25.5	76	377	1.508
30-ene	01:05 p.m.	25.4	24.3	78	1312	5.248
30-ene	05:00 p.m.	25.2	25	74	837	3.348
31-ene	08:02 a.m.	24.9	25.7	72	1770	7.08
31-ene	12:53 p.m.	25.1	24.2	71	1967	7.868
31-ene	05:00 p.m.	26.2	24.7	72	785	3.14
03-feb	08:10 a.m.	25.4	24	76	5030	20.12
03-feb	01:00 p.m.	25.3	25	75	748	2.992
03-feb	05:00 p.m.	24.3	24.3	77	1095	4.38
04-feb	08:10 a.m.	24	23.7	77	4980	19.92
04-feb	01:10 p.m.	24.1	24.7	75	2700	10.8
04-feb	05:00 p.m.	23.2	25	76	1175	4.7
05-feb	08:05 a.m.	23.8	23.7	77	1180	4.72
05-feb	01:06 p.m.	24.9	24.5	74	2670	10.68
05-feb	05:00 p.m.	24.5	24.7	75	952	3.808
06-feb	08:07 a.m.	24.3	24.5	78	9780	39.12
06-feb	01:07 p.m.	24.3	24.2	76	565	2.26
06-feb	05:00 p.m.	24.3	24	78	1134	4.536
07-feb	08:10 a.m.	24.5	23	77	1228	4.912
07-feb	01:00 p.m.	25.1	24.3	75	1596	6.384
07-feb	05:00 p.m.	24.1	24.5	73	1398	5.592
10-feb	08:10 a.m.	23.9	24.5	76	2750	11
10-feb	12:50 p.m.	26.7	24.5	76	2870	11.48
10-feb	05:00 p.m.	24.7	24	74	1082	4.328
11-feb	08:05 a.m.	24.7	23.7	67	2000	8
11-feb	05:05 p.m.	23.7	23.5	77	623	2.492
12-feb	08:07 a.m.	24.7	24.6	78	725	2.9
12-feb	01:00 p.m.	24.7	24.3	77	1183	4.732
12-feb	03:00 p.m.	24.6	24.2	75	1491	5.964
13-feb	08:05 p.m.	23.7	23.3	78	1521	6.084

F	H	TH2O	TAM	HR%	I	I(P)
13-feb	01:00 p.m.	24.3	24	76	3830	15.32
13-feb	05:00 p.m.	24.4	23.7	76	912	3.648
14-feb	08:00 a.m.	23.9	23.5	78	2120	8.48
14-feb	05:00 p.m.	24.5	24	76	1344	5.376
17-feb	08:00 a.m.	24.4	24.3	75	4190	16.76
17-feb	01:00 p.m.	23.4	24.8	76	1466	5.864
17-feb	05:00 p.m.	25.8	25	69	1668	6.672
18-feb	08:02 a.m.	24.2	24.7	72	13800	55.2
18-feb	01:03 p.m.	25.9	24.5	73	604	2.416
18-feb	05:08 p.m.	24.4	25	77	1546	6.184
19-feb	08:00 a.m.	24.2	24	76	418	1.672
19-feb	01:10 p.m.	25.1	24.2	75	1215	4.86
19-feb	05:00 p.m.	24.2	25	77	1318	5.272
20-feb	08:00 a.m.	24	24.7	72	3040	12.16
20-feb	01:02 p.m.	24.7	24	74	2460	9.84
20-feb	05:08 p.m.	24.7	24.5	74	1661	6.644
21-feb	08:00 a.m.	24	23.7	77	701	2.804
21-feb	01:02 p.m.	24.2	23	75	1216	4.864
21-feb	05:00 p.m.	24.7	24.7	73	2880	11.52
24-feb	08:00 a.m.	24.2	24	77	1279	5.116
24-feb	01:02 p.m.	25.2	25	72	3360	13.44
24-feb	05:12 p.m.	25.5	25.2	73	1149	4.596
25-feb	08:00 a.m.	24.1	24	76	3550	14.2
25-feb	01:00 p.m.	24.5	25.2	72	4480	17.92
25-feb	05:00 p.m.	24.7	24.7	75	945	3.78
27-feb	08:00 a.m.	24.7	26.2	68	5370	21.48
27-feb	01:00 p.m.	26.1	25.5	68	2850	11.4
27-feb	05:00 p.m.	24.3	24.7	74	674	2.696
28-feb	08:00 a.m.	24.3	24.2	76	3870	15.48
28-feb	01:00 p.m.	25.1	25.5	68	1820	7.28
28-feb	05:00 p.m.	24.8	25	70	643	2.572
29-feb	08:00 a.m.	24.3	24.5	78	2320	9.28
29-feb	01:00 p.m.	25.2	24	78	554	2.216
29 -feb	05:00 p.m.	24.5	24.5	76	248	0.992
03-mar	8.00 a.m.	23.9	23.3	79		
04-mar	8.01 a.m.	24.1	24	77	5800	23.2
04-mar	01:00 p.m.	23.8	25	72	2410	9.64
04-mar	05:00 p.m.	24.3	24.7	76	846	3.384
05-mar	08:05 a.m.	23.9	24	77	4200	16.8
05-mar	01:06 p.m.	25.1	24.7	76	2740	10.96

F	H	TH2O	TAM	HR%	I	I(P)
05-mar	05:00 p.m.	24.6	24.5	75	793	3.172
06-mar	08:05 a.m.	24.8	26.9	67	5340	21.36
06-mar	01:00 p.m.	25.9	25	72	3430	13.72
06-mar	05:00 p.m.	25	25	74	1120	4.48
07-mar	08:08 a.m.	25.1	27.9	65	4780	19.12
07-mar	01:00 p.m.	25.1	25.2	70	2020	8.08
07-mar	05:00 p.m.	24.7	25	70	1054	4.216
10-mar	08:09 a.m.	24.2	24	79	2770	11.08
10-mar	01:00 p.m.	24	24.2	76	2790	11.16
10-mar	05:05 p.m.	24.3	24.2	77	1318	5.272
11-mar	08:05 a.m.	24.6	25.7	71	4910	19.64
11-mar	01:05 p.m.	24.8	25.2	74	1950	7.8
11-mar	05:07 p.m.	25.1	25	74	1450	5.8
12-mar	08:07 a.m.	24.3	24.3	77	2770	11.08
12-mar	01:05 p.m.	24.5	24.5	76	3400	13.6
12-mar	05:03 p.m.	24.6	24.2	77	1145	4.58
13-mar	08:03 a.m.	23.8	24	76	388	1.552
13-mar	01:03 p.m.	25.1	24.5	74	1859	7.436
13-mar	05:00 p.m.	25.3	24.2	77	1527	6.108
14-mar	08:10 a.m.	23.4	23.5	77	2890	11.56
14-mar	01:00 p.m.	25.6	24	74	1930	7.72
14-mar	05:00 p.m.	25.3	24	77	1638	6.552
17-mar	08:05 a.m.	23.3	22.4	79	1230	4.92
17-mar	12:58 p.m.	24.9	23.7	74	2200	8.8
17-mar	05:00 p.m.	24.6	24	74	1610	6.44
18-mar	08:05 a.m.	23.6	24	73	4690	18.76
18-mar	01:00 p.m.	25.3	24.3	73	1662	6.648
18-mar	05:00 p.m.	25	24.1	75	1082	4.328
19-mar	08:10 a.m.	23.8	23.5	78	2530	10.12
19-mar	01:00 p.m.	25.1	24.2	75	1273	5.092
19-mar	05:01 p.m.	24.6	24	73	948	3.792
20-mar		24	24	74	1460	5.84
20-mar	01:08 p.m.	25.3	23.7	76	919	3.676
20-mar	05:04 p.m.	24.5	23.7	76	600	2.4
21-mar	08:10 a.m.	23.7	23.3	77	3650	14.6
21-mar	01:00 p.m.	24.6	23.4	76	694	2.776
21-mar	05:00 p.m.	24.1	23.3	78	580	2.32
24-mar	11:03 a.m.	26.3	24.2	75	8330	33.32
24-mar	01:00 p.m.	25.3	24.3	77	698	2.792
24-mar	05:00 p.m.	24.5	23.7	75	902	3.608

F	H	TH2O	TAM	HR%	I	I(P)
25-mar	08:09 a.m.	23.6	23.3	79	3060	12.24
25-mar	01:02 p.m.	25.2	24	79	1531	6.124
25-mar	05:02 p.m.	24.8	24	78	1202	4.808
26-mar	08:05 a.m.	24.1	25.2	68	6500	26
26-mar	01:08 p.m.	24.9	24	76	1920	7.68
26-mar	05:07 p.m.	24.2	24	77	1428	5.712
27-mar	08:05 a.m.	23.5	23.3	76	3670	14.68
27-mar	01:03 p.m.	23.7	24	77	1230	4.92
27-mar	05:00 p.m.	24.3	23.7	67	1244	4.976
28-mar	08:08 a.m.	23.4	22.9	78	3420	13.68
28-mar	01:00 p.m.	23.5	22.7	77	2440	9.76
28-mar	05:00 p.m.	23.2	22.7	77	690	2.76
01-abr	02:00 p.m.	24.4	23.7	74	1610	6.44
01-abr	06:00 p.m.	22.7	21.5	76	344	1.376
02-abr	02:00 p.m.	23.3	22.2	74	3070	12.28
02-abr	06:00 p.m.	22.3	21.9	76	345	1.38
03-abr	08:00 a.m.	21.7	20.9	78	960	3.84
03-abr	02:03 p.m.	21.4	21.5	77	1217	4.868
03-abr	06:00 p.m.	22.2	22.4	75	266	1.064
04-abr	02:00 p.m.	22.4	23.4	77	123	0.492
04-abr	06:00 p.m.	20.5	21.50	77	3320	13.28
07-abr	02:00 p.m.	23.8	23.3	71	262	1.048
07-abr	06:00 p.m.	23.7	23.3	71.00	288	1.152
08-abr	02:00 p.m.	22.8	22.7	75	1584	6.336
08-abr	06:00 p.m.	22.6	22.2	75	271	1.084
09-abr	08:00 a.m.	22.7	22.7	76	6000	24
09-abr	02:00 p.m.	24.4	22.7	74	1236	4.944
09-abr	06:00 p.m.	23.7	24.2	75	52	0.208
10-abr	08:00 a.m.	22.7	22.2	75	158	0.632
10-abr	02:00 p.m.	22.7	22.7	74	1260	5.04
10-abr	06:00 p.m.	22.6	23.3	74	256	1.024
11-abr	08:05 a.m.	23	23.1	72	223	0.892
11-abr	06:00 p.m.	25	23.1	77	245	0.98
14-abr	02:00 p.m.	23.2	24.1	78	342	1.368
14-abr	06:00 p.m.	22.1	21.9	75	187	0.748
14-abr	02:00 p.m.	22.3	21.8	74	2640	10.56
15-abr	04:48 p.m.	23.9	21.8	76	1180	4.72
15-abr	02:00 p.m.	23.5	21.8	75	230	0.92
16-abr	04:00 p.m.	22.6	21.8	76	229	0.916
16-abr	08:00 a.m.	21.3	19.9	84	900	3.6

F	H	TH2O	TAM	HR%	I	I(P)
21-abr	02:00 p.m.	21.4	19.8	76	245	0.98
21-abr	06:00 p.m.	22.3	20.7	79	248	0.992
21-abr	02:00 p.m.	21.8	21.5	77	2150	8.6

Anexo 5. Condiciones del laboratorio medidas a lo largo del experimento de los efectos de la luz en el crecimiento de *L. laevigatum*. L1=Luz al 100%, L2=Luz al 55%, L3=Luz al 5% unidades Lux. C1, C2, C3 corresponden a la cantidad de cuantos de luz (Cuantos/m2/seg) a 100%, 55% y 5% de luz. OUT1, 2 y 3=Temperatura del agua tratamiento 100%,55% y 5%. In=Temperatura del laboratorio, HR%=Porcentaje de Humedad del Laboratorio, T2=Temperatura en segundo punto de control , correspondiente a tratamientos 55% y 5%. T2Cal=T2 Calibrado.

FECHA	HORA	L1	L2	L3	C1	C2	C3	OUT1	IN	HR%	OUT2	OUT3	T2	T2CAL
09-ene	12:30	5950	2310	550	135	54	8	24.8	24	76	24.4	24.1	24.0	22.9
	03:00	17873	8990	1573	349	177	33	27.3	24.7	74	27.8	28.7	25.7	23.9
	17:00	1800	810	105.6	36	15	2	27.0	25	72	25.4	23.9	25.4	23.7
12-ene	08:00	1850	750	78.8	0.34	0.14	2	23.2	22.9	77	23.7	23.5	24.1	22.9
	12:00	4170	1550	226	78	30	8	23.8	23.7	77	24.2	23.8	24.6	23.3
	03:00	14020	7052	1234	275	140	27	28.6	25.5	73	29.2	30.0	26.5	24.4
13-ene	04:59	1710	642	113	32	14	2	28.4	24.7	71	26.0	24.7	25.5	23.8
	07:50	1120	446	62	24	10	1	22.7	22.7	76	23.4	23.4	24.0	22.9
	12:00	6490	2910	353	143	38	7	24.7	24	76	24.4	23.8	24.6	23.3
14-ene	03:00	7880	3964	693	156	80	16	26.1	23.9	76	26.6	27.4	24.8	23.4
	04:50	11400	9660	457	233	194	11	25.9	24	73	25.2	23.8	24.8	23.4
	07:55	1270	608	183	26	13	4	22.7	22.4	76	23.4	23.3	23.9	22.8
15-ene	11:59	3340	1330	423	72	28	9	24.1	23.7	77	24.2	23.7	24.6	23.3
	03:00	11520	5795	1014	226	115	22	29.4	24.9	74	30.0	30.9	25.9	24.0
	04:50	15900	14800	780	305	271	15	29.9	26.7	66	28.2	24.7	26.3	24.3
15-ene	07:50	1250	349	172	28	12	4	23.0	22.7	77	23.7	23.7	24.1	22.9
	11:45	3180	1330	435	62	12	6	24.3	24	78	24.2	23.8	25.0	23.5
	03:00	10230	5146	900	201	103	20	26.0	26.3	71	26.5	27.3	27.3	24.9

FECHA	HORA	L1	L2	L3	C1	C2	C3	OUT1	IN	HR%	OUT2	OUT3	T2	T2CAL
16-ene	04:50	18300	19500	1400	340	322	32	32.1	27.3	66	24.5	24.3	27.6	25.1
	07:40	1120	349	50.6	22	7	1	23.3	23.5	73	23.9	23.8	24.6	23.3
	11:54	7380	2550	435	135	45	8	24.5	24.5	71	24.8	23.9	25.9	24.1
17-ene	03:00	6160	3098	542	122	63	13	25.9	25.5	73	26.4	27.2	26.5	24.4
	05:00	1280	503	73	23	8	2	25.9	24.7	73	25.4	24.1	25.9	24.1
	08:00	1600	600	129	34	16	3	23.1	22.7	76	23.5	23.5	24.0	22.9
19-ene	12:00	2500	1100	360	55	24	7	23.9	23.7	74	23.7	23.7	24.8	23.4
	07:40	1240	890	209	23	12	2	22.7	22.4	74	23.3	23.2	23.8	22.8
	12:00	8470	2640	604	764	56	13	26.7	24.3	73	24.6	23.9	25.0	23.5
20-ene	03:00	20000	10060	1760	391	198	37	28.2	25	74	28.8	29.6	26.0	24.1
	04:00	16300	1600	1040	370	363	18	29.9	25.7	67	28.2	24.1	26.1	24.2
	07:45	1180	653	170	26	15	3	23.5	23.1	74	23.9	23.8	24.4	23.1
21-ene	12:05	8260	3160	518	163	64	10	25.3	24.3	74	24.7	24.1	24.9	23.4
	03:00	20000	10060	1760	391	198	37	27.2	25.9	72	27.7	28.6	26.9	24.7
	05:00	2040	1000	142	42	22	3	25.0	24.7	72	24.7	24.7	25.9	24.1
22-ene	07:50	1520	790	167	32	18	3	23.3	22.7	75	23.5	23.5	24.2	23.0
	12:14	4920	1410	346	98	30	7	24.4	23.7	76	24.2	23.9	24.9	23.4
	03:00	20000	10060	1760	391	198	37	28.0	26.3	71	28.6	29.4	27.3	24.9
23-ene	05:00	7320	6390	449	145	127	9	29.6	25.5	69	26.8	24.8	26.1	24.2
	07:45	1350	1180	154	29	26	3	23.6	22.7	78	23.9	23.9	24.1	22.9
	12:05	3830	1440	431	77	31	8	24.3	23.7	77	24.4	24.2	24.9	23.4
24-ene	03:00	20000	10060	1760	391	198	37	27.3	25.9	72	27.8	28.7	26.9	24.7
	05:00	4050	1560	176	81	33	3	27.7	24.5	74	26.0	24.9	23.6	22.6
	08:00	1450	619	110	27	10	2	22.7	22.7	73	23.7	23.6	23.9	22.8
25-ene	12:15	700	215	418	137	43	9	25.2	24.2	76	25.0	24.3	25.6	23.9
	03:00	20000	10060	1760	391	198	37	28.5	26.3	71	29.1	29.9	27.3	24.9
	17:00	13700	12900	814	158	258	18	29.4	24.7	73	27.2	24.2	24.3	23.1
26-ene	07:00	1080	516	118	24	12	2	23.5	22.9	78	24.1	24.1	24.3	23.1

FECHA	HORA	L1	L2	L3	C1	C2	C3	OUT1	IN	HR%	OUT2	OUT3	T2	T2CAL
27-ene	11:47	3370	1540	386	72	22	7	24.6	24	77	24.7	24.5	25.0	23.5
	03:00	17873	8990	1573	349	177	33	27.3	24.8	74	27.8	28.7	25.8	24.0
	05:00	4040	2330	223	77	35	5	29.6	24.7	76	27.2	24.9	25.9	24.1
	07:45	1750	1050	113	33	13	2	24.1	23.1	79	24.3	24.3	24.3	23.1
	12:10	8150	3260	445	163	49	9	25.1	24.3	79	24.9	24.3	25.0	23.5
28-ene	03:00	17873	8990	1573	349	177	33	28.3	25.7	72	28.9	29.7	26.7	24.5
	17:00	15200	12800	821	259	228	18	30.3	26.7	67	29.4	25.2	26.9	24.7
	07:45	901	500	112	19	9	2	24.3	23.3	78	24.7	24.6	24.6	23.3
	12:10	3850	1370	344	81	29	7	25.0	24.6	77	25.2	24.8	25.4	23.7
29-ene	03:00	17873	8990	1573	349	177	33	29.1	26.1	71	29.7	30.6	27.1	24.8
	17:00	15200	14300	835	326	322	17	31.4	27.3	69	24.9	26.0	27.4	25.0
	07:45	1230	1020	116	20	11	2	24.3	23.7	77	25.0	24.9	25.1	23.6
	12:10	3470	1260	351	65	24	6	25.2	24.7	77	25.5	25.2	25.8	24.0
	03:00	11970	6021	1053	235	120	23	29.4	26.5	71	30.0	30.9	27.5	25.1
30-ene	17:00	2590	2150	190	57	42	3	31.4	26.2	71	29.8	26.6	27.0	24.7
	07:45	2020	641	108	28	13	2	25.1	24	79	25.3	25.1	25.0	23.5
	12:10	4380	1640	354	80	31	6	26.3	24.7	79	26.1	25.4	26.1	24.2
	03:00	4080	2052	359	82	43	10	30.5	27	69	31.1	32.0	28.1	25.4
02-feb	17:00	2330	840	100	41	16	2	28.4	25.3	73	27.0	25.7	23.6	22.6
	07:45	1080	670	105	29	11	2	25.2	24	81	25.6	25.5	25.4	23.7
	12:10	3940	1350	217	68	25	4	26.4	24.2	80	25.9	25.5	25.6	23.9
	03:00	5630	2832	495	112	58	12	27.3	25.8	72	27.8	28.7	26.8	24.6
03-feb	17:00	1280	358	102	22	7	1	26.9	24.5	79	26.5	25.7	25.5	23.8
	07:45	1120	386	53	20	8	1	23.9	23.1	81	24.8	24.7	24.6	23.3
	12:10	7890	3260	523	173	63	10	25.8	24.3	80	25.8	25.3	25.4	23.7
	03:00	7110	3576	626	141	72	15	28.2	25.4	73	28.8	29.6	26.4	24.4
04-feb	17:00	12640	9760	982	299	257	15	28.6	25.9	72	28.5	25.2	26.9	24.7
	07:45	1350	750	102	25	10	1	24.6	23.5	80	24.9	24.7	24.8	23.4

FECHA	HORA	L1	L2	L3	C1	C2	C3	OUT1	IN	HR%	OUT2	OUT3	T2	T2CAL
05-feb	12:10	3520	1430	375	68	26	7	25.1	24.5	78	25.1	24.7	25.9	24.1
	03:00	20000	10060	1760	391	198	37	28.9	26.1	71	29.5	30.3	27.1	24.8
	17:00	3160	1350	161	63	23	3	31.0	26.2	71	28.7	25.7	26.9	24.7
	07:45	1510	656	125	24	12	2	24.8	23.7	79	25.1	25.0	25.1	23.6
	12:10	3580	1380	356	66	25	7	25.8	24.2	79	25.6	25.3	25.9	24.1
06-feb	03:00	6850	3446	603	136	70	14	29.1	26.5	71	29.7	30.6	27.5	25.1
	17:00	4710	3720	286	87	71	6	30.3	26.2	73	28.8	20.8	27.3	24.9
	07:45	1410	731	108	21	11	2	25.5	24.3	81	25.6	25.6	25.6	23.9
	12:10	3780	-	-	74	-	-	26.3	24.7	81	-	-	-	
	17:00	2010	-	-	54	-	-	28.9	25.9	73	-	-	-	
09-feb	07:45	1230	-	-	25	-	-	25.5	25	69	-	-	-	
	12:10	4710	-	-	97	-	-	26.6	25.7	72	-	-	-	
	03:00	5460	-	-	112	-	-	28.3	26.5	73	-	-	-	
	17:00	2240	-	-	58	-	-	29.8	26.5	73	-	-	-	
	07:45	1340	-	-	19	-	-	25.1	24.7	78	-	-	-	
10-feb	12:10	2230	-	-	43	-	-	26.4	25.5	75	-	-	-	
	03:00	10500	-	-	181	-	-	27.7	26.2	76	-	-	-	
	17:00	15700	-	-	271	-	-	29.1	26.7	76	-	-	-	
	07:45	1710	-	-	32	-	-	25.6	25	79	-	-	-	
	12:10	2950	-	-	54	-	-	27	25.5	76	-	-	-	
11-feb	03:00	19400	-	-	454	-	-	29.4	26.7	74	-	-	-	
	17:00	3220	-	-	111	-	-	31.7	27.3	74	-	-	-	
	07:45	804	-	-	15	-	-	25.2	24.7	79	-	-	-	
	12:10	3870	-	-	72	-	-	26.8	25.2	75	-	-	-	
	03:00	25900	-	-	472	-	-	29.5	26.7	73	-	-	-	
12-feb	17:00	3900	-	-	91	-	-	29.9	26.9	71	-	-	-	
	07:45	1480	-	-	28	-	-	25.7	24.7	78	-	-	-	
	12:10	3660	-	-	66	-	-	26.7	25.7	71	-	-	-	

FECHA	HORA	L1	L2	L3	C1	C2	C3	OUT1	IN	HR%	OUT2	OUT3	T2	T2CAL
16-feb	03:00	19220	-	-	337	-	-	28.8	26.9	70	-	-	-	
	17:00	3930	-	-	71	-	-	30.3	27.5	68	-	-	-	
	07:45	1680	-	-	32	-	-	24.9	23.7	80	-	-	-	
	12:10	7240	-	-	129	-	-	26.7	24.7	79	-	-	-	
17-feb	03:00	4070	-	-	74	-	-	28	25.5	75	-	-	-	
	17:00	14700	-	-	258	-	-	28	25.5	75	-	-	-	
	07:45	695	-	-	15	-	-	25.6	24.5	80	-	-	-	
	12:10	3660	-	-	66	-	-	26.3	24.7	77	-	-	-	
19-feb	03:00	11500	-	-	203	-	-	31.2	26.5	74	-	-	-	
	17:00	5600	-	-	100	-	-	28.5	26.5	73	-	-	-	
	07:45	1240	-	-	24	-	-	24.5	23.5	79	-	-	-	
	12:10	3050	-	-	56	-	-	25.7	24.7	79	-	-	-	
20-feb	03:00	27300	-	-	478	-	-	28.4	25.2	74	-	-	-	
	17:00	14900	-	-	262	-	-	30	25.9	70	-	-	-	
	08:00	1530	-	-	29	-	-	24.9	24	79	-	-	-	
	12:00	2960	-	-	54	-	-	26.8	24.5	78	-	-	-	
23-feb	15:00	15300	-	-	269	-	-	29.5	25.7	74	-	-	-	
	17:00	4710	-	-	85	-	-	29.3	25.7	73	-	-	-	
	07:55	1980	-	-	37	-	-	25.6	29.5	76	-	-	-	
	11:55	2370	-	-	44	-	-	26.3	24.7	76	-	-	-	
24-feb	15:00	46300	-	-	808	-	-	29.9	26.2	69	-	-	-	
	17:00	10300	-	-	182	-	-	32.9	27.5	66	-	-	-	
	07:50	1040	-	-	21	-	-	25.7	24.7	76	-	-	-	
	11:55	8350	-	-	148	-	-	27.4	25.2	71	-	-	-	
25-feb	15:00	1251	-	-	24	-	-	26.6	25.2	75	-	-	-	
	17:00	1150	-	-	23	-	-	26.3	25	74	-	-	-	
	08:00	2340	-	-	43	-	-	24.4	23.7	78	-	-	-	

FECHA	HORA	L1	L2	L3	C1	C2	C3	OUT1	IN	HR%	OUT2	OUT3	T2	T2CAL
26-feb	12:00	5750	-	-	103	-	-	25.8	24.5	77	-	-	-	
	15:00	10500	-	-	185	-	-	29.1	25.9	71	-	-	-	
	17:00	1010	-	-	20	-	-	28.9	25.5	70	-	-	-	
	08:00	2250	-	-	42	-	-	25	24	78	-	-	-	
	12:00	5140	-	-	92	-	-	25.5	24.7	76	-	-	-	
	15:00	15100	-	-	265	-	-	28.3	25.5	73	-	-	-	
27-feb	17:00	1520	-	-	29	-	-	28.4	25.2	73	-	-	-	
	08:03	1920	-	-	36	-	-	25.1	24	78	-	-	-	
	12:00	874	-	-	18	-	-	26.8	24.7	85	-	-	-	
	15:00	42200	-	-	737	-	-	31.1	25.9	74	-	-	-	
02-mar	17:00	20300	-	-	356	-	-	34.2	26.9	69	-	-	-	
	08:05	1540	-	-	30	-	-	24.5	23.5	79	-	-	-	
	12:00	6140	-	-	110	-	-	25.7	24.5	79	-	-	-	
	15:00	16600	-	-	292	-	-	28.1	24.7	76	-	-	-	
03-mar	17:00	3400	-	-	62	-	-	27.5	24.7	76	-	-	-	
	08:00	1770	-	-	34	-	-	24.2	23.1	80	-	-	-	
	12:00	5840	-	-	104	-	-	25.9	24.3	79	-	-	-	
	15:00	6800	-	-	121	-	-	27.5	25	75	-	-	-	
04-mar	17:00	3790	-	-	69	-	-	28	24.7	77	-	-	-	
	08:00	2360	-	-	44	-	-	24.2	23.1	79	-	-	-	
	12:00	6490	-	-	116	-	-	25.8	24.3	78	-	-	-	
	15:00	10900	-	-	192	-	-	28.6	25	73	-	-	-	
05-mar	17:00	3720	-	-	67	-	-	28.4	25	74	-	-	-	
	07:55	2630	-	-	48	-	-	27.7	23.3	79	-	-	-	
	12:00	7400	-	-	131	-	-	26.5	24	78	-	-	-	
	15:00	9100	-	-	161	-	-	27.6	24.7	77	-	-	-	
	17:00	1650	-	-	31	-	-	27.6	24.5	77	-	-	-	

FECHA	HORA	L1	L2	L3	C1	C2	C3	OUT1	IN	HR%	OUT2	OUT3	T2	T2CAL
06-mar	07:55	970	-	-	20	-	-	24.2	23.1	79	-	-	-	
	12:00	8120	-	-	144	-	-	26.8	24.5	77	-	-	-	
	15:00	3800	-	-	69	-	-	30.1	24.7	74	-	-	-	
	17:00	12700	-	-	224	-	-	32.1	25.2	70	-	-	-	
09-mar	07:55	1310	-	-	26	-	-	24.7	23.7	77	-	-	-	
	12:00	3820	-	-	69	-	-	25.7	24	77	-	-	-	
	15:00	5340	-	-	96	-	-	27.8	24.5	74	-	-	-	
	17:00	10800	-	-	191	-	-	29.6	25.2	69	-	-	-	
10-mar	07:55	1310	-	-	26	-	-	24.6	23.5	79	-	-	-	
	12:00	6120	-	-	109	-	-	25.1	24.5	78	-	-	-	
	15:00	13800	-	-	243	-	-	26.5	24.7	77	-	-	-	
	17:00	3170	-	-	58	-	-	27	24.5	77	-	-	-	
11-mar	07:55	1850	-	-	35	-	-	23.9	23.1	79	-	-	-	
	12:00	4420	-	-	80	-	-	25.1	24.5	80	-	-	-	
	15:00	3480	-	-	63	-	-	28.7	24.5	79	-	-	-	
	17:00	1240	-	-	24	-	-	26.9	24.5	79	-	-	-	
12-mar	07:55	1510	-	-	29	-	-	24.5	23.3	82	-	-	-	
	12:00	4610	-	-	83	-	-	26.3	24.2	80	-	-	-	
	15:00	23900	-	-	419	-	-	30	25.7	74	-	-	-	
	17:00	2660	-	-	49	-	-	29.6	24.7	78	-	-	-	
13-mar	07:55	1870	-	-	35	-	-	24.6	23.5	81	-	-	-	
	12:00	8800	-	-	156	-	-	28.2	24.7	79	-	-	-	
	15:00	16800	-	-	295	-	-	28.4	25.5	75	-	-	-	
	17:00	4360	-	-	79	-	-	29.9	26.2	74	-	-	-	
16-mar	07:55	1900	-	-	36	-	-	24.9	23.7	80	-	-	-	
	12:00	3250	-	-	59	-	-	26.3	24.7	78	-	-	-	
	15:00	38400	-	-	671	-	-	31.6	26.5	72	-	-	-	
	17:00	4200	-	-	76	-	-	31.9	26.2	73	-	-	-	

FECHA	HORA	L1	L2	L3	C1	C2	C3	OUT1	IN	HR%	OUT2	OUT3	T2	T2CAL
17-mar	07:55	1456	-	-	28	-	-	23.9	22.9	85	-	-	-	
	12:00	3400	-	-	62	-	-	25.9	24.5	82	-	-	-	
	15:00	34000	-	-	594	-	-	31.5	26.5	75	-	-	-	
	17:00	10060	-	-	178	-	-	34.2	27.8	71	-	-	-	
18-mar	07:55	2100	-	-	39	-	-	25.8	24.7	80	-	-	-	
	12:00	3390	-	-	62	-	-	26.7	25.2	75	-	-	-	
	15:00	35400	-	-	619	-	-	30.8	26.1	74	-	-	-	
	17:00	2630	-	-	48	-	-	31.1	26.9	74	-	-	-	
19-mar	07:55	2030	-	-	38	-	-	29.4	25.2	75	-	-	-	
	12:00	3510	-	-	64	-	-	27.2	25.2	74	-	-	-	
	15:00	15700	-	-	276	-	-	32.6	27.3	76	-	-	-	
	17:00	2510	-	-	46	-	-	32.9	26.7	75	-	-	-	
20-mar	07:55	3030	-	-	55	-	-	26.7	26.5	75	-	-	-	
	12:00	3510	-	-	64	-	-	28.2	25.9	73	-	-	-	
	15:00	1110	-	-	22	-	-	30.6	26.7	77	-	-	-	
23-mar	07:55	1420	-	-	27	-	-	26.2	25.5	76	-	-	-	
	12:00	4500	-	-	81	-	-	26.4	25.5	76	-	-	-	
	15:00	46900	-	-	819	-	-	32.4	26.9	75	-	-	-	
	17:00	8570	-	-	152	-	-	34.4	26.9	71	-	-	-	
24-mar	07:55	2020	-	-	38	-	-	26.1	25.2	76	-	-	-	
	12:00	3150	-	-	58	-	-	26.3	25.2	75	-	-	-	
	15:00	52500	-	-	916	-	-	30.6	26.5	73	-	-	-	
	17:00	4270	-	-	77	-	-	27.1	25.2	75	-	-	-	
25-mar	07:55	1270	-	-	25	-	-	25.2	24.3	79	-	-	-	
	12:00	3080	-	-	56	-	-	26.5	25	75	-	-	-	
	15:00	50200	-	-	876	-	-	33	26.9	73	-	-	-	
	17:00	3450	-	-	63	-	-	34.7	26.2	71	-	-	-	

FECHA	HORA	L1	L2	L3	C1	C2	C3	OUT1	IN	HR%	OUT2	OUT3	T2	T2CAL
26-mar	07:55	1420	-	-	27	-	-	25.2	24.7	76	-	-	-	
	12:00	3360	-	-	61	-	-	25.9	25	75	-	-	-	
	15:00	35100	-	-	613	-	-	31.7	25.5	72	-	-	-	
	17:00	17600	-	-	309	-	-	33.5	25.5	72	-	-	-	
27-mar	07:55	1750	-	-	33	-	-	24.9	24	79	-	-	-	
	12:00	5147	-	-	92	-	-	26.2	25.1	75	-	-	-	
	15:00	47500	-	-	829	-	-	28.4	25.2	77	-	-	-	
	17:00	1310	-	-	26	-	-	28.3	24	81	-	-	-	
30-mar	07:55	1730	-	-	33	-	-	24.3	22.4	81	-	-	-	
	12:00	3670	-	-	67	-	-	24.3	23.5	79	-	-	-	
	15:00	34600	-	-	605	-	-	28.6	24.7	77	-	-	-	
	17:00	18800	-	-	330	-	-	31.1	24.7	74	-	-	-	
31-mar	07:55	1830	-	-	35	-	-	24.3	22.7	74	-	-	-	
	12:00	7840	-	-	139	-	-	25.2	23.5	77	-	-	-	
	15:00	5760	-	-	103	-	-	25.6	23.7	79	-	-	-	
	17:00	1710	-	-	32	-	-	25.6	23.5	79	-	-	-	
01-abr	07:55	1540	-	-	30	-	-	23.1	22	81	-	-	-	
	12:00	9670	-	-	171	-	-	24.4	22.4	79	-	-	-	
	15:00	43300	-	-	756	-	-	26.3	23.5	79	-	-	-	
	17:00	3350	-	-	61	-	-	28.7	24	77	-	-	-	
06-abr	07:55	1420	-	-	27	-	-	23.4	21.9	79	-	-	-	
	12:00	59600	-	-	1040	-	-	26.6	24.5	76	-	-	-	
	15:00	15700	-	-	276	-	-	29	24	75	-	-	-	
	17:00	10900	-	-	192	-	-	29.1	24.7	75	-	-	-	
07-abr	07:55	1370	-	-	27	-	-	23.9	22.2	80	-	-	-	
	12:00	2940	-	-	54	-	-	24.5	22.9	80	-	-	-	
	15:00	29500	-	-	516	-	-	28.8	24.7	76	-	-	-	

FECHA	HORA	L1	L2	L3	C1	C2	C3	OUT1	IN	HR%	OUT2	OUT3	T2	T2CAL
08-abr	07:55	1290	-	-	25	-	-	23.5	22.2	79	-	-	-	
	12:00	4810	-	-	86	-	-	24.2	22.7	79	-	-	-	
	15:00	44800	-	-	782	-	-	27.1	24	77	-	-	-	
	17:00	9350	-	-	165	-	-	28.3	25	70	-	-	-	
09-abr	07:55	1240	-	-	24	-	-	23.3	21.8	84	-	-	-	
	12:00	8330	-	-	148	-	-	24.8	23.3	79	-	-	-	
	15:00	36800	-	-	643	-	-	27.3	24.5	75	-	-	-	
	17:00	5270	-	-	94	-	-	28.9	24.7	74	-	-	-	
10-abr	07:55	2820	-	-	52	-	-	22.9	21.5	80	-	-	-	
	12:00	7590	-	-	135	-	-	23.9	22.9	79	-	-	-	
	15:00	20100	-	-	352	-	-	27.7	24.2	77	-	-	-	
	17:00	7830	-	-	139	-	-	23.9	24.2	77	-	-	-	

Anexo 6. Determinación de los puntos para el análisis de los efectos de la luz. Evaluación de los cuatro puntos posibles de muestreo en Laboratorio. Los datos se encuentran en cuantos/m²/segundo. No se encontraron diferencias ($p>0.05$) entre los puntos 1 y 2.

punto 1	punto 2	punto 3	punto 4
46	43	15	2
50	57	19	3
76	72	19	4
108	118	38	6
85	80	26	5
139	124	42	6
230	251	62	10
81	84	84	4
63	63	63	2
32	34	10	1
64	65	22	3
45	40	16	4
59	57	18	4
80	71	23	5
178	174	51	9
203	206	59	6
206	340	90	12
59	58	22	2
27	28	7	1
Promedio	96.3684211	103.421053	36.1052632
	4.68421053		

Anexo 7. Datos obtenidos en el experimento con diferentes condiciones de nutrientes. T=Tratamiento; R=Repetición; N=Número de hojas; DH=Diferencia de hojas entre día 0 y día respectivo; P=Peso (gr); DP= Diferencia de pesos entre día 0 y día respectivo; LR=Largo de la Raíz (cm); DR= Diferencia del largo de la raíz entre día 0 y día respectivo (cm); PR=Peso referencial; Ram=Número de Rametos; AF=Área Foliar (cm²); DAF= Diferencia de área foliar entre día 0 y día respectivo (cm²).

			Día 0				
T	R	N	P	LR	PR	RAM	AF1
1	1	3	0.18	1.40	0.03	1.00	3.98
1	2	3	0.19	1.40	0.05	1.00	5.92
1	3	2	0.10	0.20	0.01	1.00	1.31
1	4	2	0.15	0.40	0.03	1.00	3.60
1	5	2	0.21	0.60	0.04	1.00	4.48
1	6	3	0.21	0.80	0.04	1.00	4.33
1	7	3	0.12	0.50	0.03	1.00	3.17
1	8	2	0.09	0.20	0.02	1.00	2.36
1	9	2	0.05	0.60	0.02	1.00	1.99
1	10	2	0.13	0.60	0.03	1.00	3.53
1	11	2	0.15	0.10	0.03	1.00	3.22
1	12	2	0.24	0.60	0.05	1.00	5.63
1	13	2	0.09	1.00	0.02	1.00	2.74
1	14	3	0.38	1.20	0.06	1.00	7.30
1	15	3	0.20	0.40	0.04	1.00	5.02
1	16	2	0.12	0.90	0.03	1.00	2.94
1	17	3	0.14	1.00	0.03	1.00	3.84
1	18	2	0.09	0.40	0.02	1.00	2.64
1	19	2	0.21	1.10	0.04	1.00	4.79
1	20	2	0.10	0.60	0.03	1.00	3.21
2	1	3	0.22	0.50	0.03	1.00	3.66
2	2	3	0.16	0.40	0.05	1.00	5.34
2	3	2	0.07	0.60	0.02	1.00	2.29
2	4	2	0.12	0.70	0.03	1.00	3.02
2	5	2	0.16	0.80	0.03	1.00	3.63
2	6	2	0.10	0.40	0.03	1.00	3.34
2	7	3	0.15	0.80	0.04	1.00	4.16
2	8	2	0.10	0.40	0.03	1.00	3.09
2	9	3	0.18	1.20	0.04	1.00	4.11

T	R	N	P	LR	PR	RAM	AF1
2	10	2	0.11	0.40	0.03	1.00	2.92
2	11	2	0.15	0.80	0.03	1.00	3.22
2	12	3	0.16	1.40	0.04	1.00	4.45
2	13	3	0.12	0.40	0.02	1.00	2.74
2	14	3	0.25	1.50	0.04	1.00	4.21
2	15	2	0.10	0.40	0.02	1.00	2.74
2	16	3	0.29	1.20	0.05	1.00	6.28
2	17	2	0.12	0.40	0.02	1.00	2.23
2	18	3	0.27	1.30	0.05	1.00	5.38
2	19	2	0.25	0.70	0.04	1.00	4.95
2	20	2	0.13	1.00	0.03	1.00	3.16
3	1	2	0.09	0.40	0.02	1.00	2.46
3	2	3	0.32	1.40	0.04	1.00	4.98
3	3	2	0.11	0.60	0.03	1.00	3.14
3	4	2	0.13	0.60	0.04	1.00	4.15
3	5	3	0.08	0.60	0.02	1.00	1.94
3	6	2	0.07	0.90	0.02	1.00	2.25
3	7	3	0.26	1.20	0.05	1.00	6.17
3	8	3	0.30	1.10	0.05	1.00	5.87
3	9	2	0.11	0.50	0.02	1.00	2.80
3	10	2	0.20	0.40	0.04	1.00	5.09
3	11	2	0.21	0.80	0.04	1.00	4.37
3	12	2	0.10	1.00	0.03	1.00	3.09
3	13	2	0.14	0.60	0.03	1.00	3.45
3	14	3	0.19	1.50	0.04	1.00	4.34
3	15	2	0.08	0.40	0.03	1.00	2.89
3	16	2	0.06	0.50	0.02	1.00	2.02
3	17	3	0.19	1.50	0.04	1.00	4.98
3	18	3	0.13	0.80	0.03	1.00	3.32
3	19	3	0.20	0.30	0.05	1.00	5.97
3	20	3	0.14	0.90	0.03	1.00	3.74
4	1	2	0.07	0.60	0.02	1.00	2.37
4	2	2	0.07	0.40	0.03	1.00	3.47
4	3	2	0.06	0.40	0.02	1.00	2.31
4	4	2	0.13	0.50	0.04	1.00	4.07
4	5	2	0.07	0.40	0.02	1.00	2.41
4	6	2	0.25	1.30	0.05	1.00	5.37
4	7	2	0.20	0.70	0.04	1.00	4.80
4	8	2	0.09	0.60	0.03	1.00	3.35
4	9	3	0.25	1.50	0.04	1.00	4.63

T	R	N	P	LR	PR	RAM	AF1
4	10	2	0.08	0.60	0.03	1.00	3.92
4	11	2	0.06	0.50	0.02	1.00	2.29
4	12	3	0.12	0.20	0.04	1.00	4.38
4	13	3	0.19	0.50	0.03	1.00	3.01
4	14	2	0.20	1.20	0.05	1.00	5.44
4	15	3	0.23	1.00	0.04	1.00	4.59
4	16	2	0.10	0.40	0.03	1.00	3.54
4	17	2	0.15	0.70	0.04	1.00	4.49
4	18	2	0.07	0.50	0.02	1.00	2.62
4	19	2	0.10	1.00	0.04	1.00	4.43
4	20	2	0.07	0.40	0.02	1.00	2.50
5	1	2	0.09	0.70	0.02	1.00	2.71
5	2	3	0.13	1.10	0.02	1.00	2.22
5	3	2	0.15	0.90	0.03	1.00	3.62
5	4	2	0.12	0.90	0.03	1.00	2.87
5	5	2	0.11	0.80	0.03	1.00	3.01
5	6	2	0.07	0.20	0.02	1.00	1.90
5	7	3	0.11	0.80	0.03	1.00	3.49
5	8	2	0.11	0.80	0.03	1.00	3.35
5	9	2	0.13	0.90	0.03	1.00	3.52
5	10	2	0.13	0.70	0.03	1.00	3.36
5	11	2	0.13	0.60	0.04	1.00	4.39
5	12	3	0.25	1.10	0.05	1.00	5.92
5	13	2	0.13	0.80	0.03	1.00	3.45
5	14	2	0.07	0.30	0.02	1.00	2.70
5	15	2	0.30	0.80	0.04	1.00	4.53
5	16	2	0.06	0.50	0.02	1.00	2.51
5	17	2	0.11	0.70	0.03	1.00	3.55
5	18	2	0.08	0.40	0.02	1.00	2.45
5	19	2	0.09	1.00	0.02	1.00	2.66
5	20	3	0.13	0.70	0.04	1.00	4.09

		Día 7									
T	R	N	DH	P	DP	LR	DR	Ram	PR	AF	DAF
1	1	5.00	2.00	0.33	0.15	4.30	2.90	1.00	64.40	7.55	3.58
1	2	7.00	4.00	0.44	0.25	4.30	2.90	2.00	71.60	8.40	2.48
1	3	3.00	1.00	0.19	0.09	1.70	1.50	1.00	39.50	4.63	3.32
1	4	5.00	3.00	0.28	0.13	3.00	2.60	2.00	61.70	7.24	3.64
1	5	5.00	3.00	0.38	0.17	3.70	3.10	2.00	73.40	8.61	4.13
1	6	7.00	4.00	0.40	0.19	4.90	4.10	2.00	69.70	8.18	3.84
1	7	4.00	1.00	0.18	0.06	3.20	2.70	1.00	40.50	4.75	1.58
1	8	4.00	2.00	0.18	0.09	3.20	3.00	1.00	38.10	4.47	2.11
1	9	3.00	1.00	0.13	0.08	1.40	0.80	1.00	25.90	3.04	1.05
1	10	4.00	2.00	0.26	0.13	3.80	3.20	2.00	51.60	6.05	2.52
1	11	4.00	2.00	0.38	0.23	3.60	3.50	1.00	53.40	6.26	3.05
1	12	6.00	4.00	0.76	0.52	4.30	3.70	2.00	95.30	11.18	5.55
1	13	4.00	2.00	0.25	0.16	3.80	2.80	2.00	47.30	5.55	2.81
1	14	6.00	3.00	0.54	0.16	4.00	2.80	2.00	93.20	10.93	3.63
1	15	5.00	2.00	0.38	0.18	3.20	2.80	2.00	62.90	7.38	2.36
1	16	5.00	3.00	0.29	0.17	2.90	2.00	2.00	55.70	6.53	3.59
1	17	4.00	1.00	0.33	0.19	3.20	2.20	2.00	47.30	5.55	1.71
1	18	3.00	1.00	0.14	0.05	2.10	1.70	1.00	35.40	4.15	1.51
1	19	6.00	4.00	0.46	0.25	4.20	3.10	3.00	75.70	8.88	4.09
1	20	5.00	3.00	0.24	0.14	2.70	2.10	2.00	40.20	4.72	1.51
2	1	5.00	2.00	0.29	0.07	3.00	2.50	1.00	56.40	6.62	2.96
2	2	7.00	4.00	0.44	0.28	4.30	3.90	2.00	64.80	7.60	2.26
2	3	4.00	2.00	0.09	0.02	1.90	1.30	1.00	25.50	2.99	0.70
2	4	4.00	2.00	0.21	0.09	3.10	2.40	1.00	42.60	5.00	1.97
2	5	6.00	4.00	0.42	0.26	4.50	3.70	2.00	78.20	9.17	5.54
2	6	5.00	3.00	0.32	0.22	4.20	3.80	2.00	54.50	6.39	3.05
2	7	7.00	4.00	0.37	0.22	4.20	3.40	2.00	66.90	7.85	3.69
2	8	5.00	3.00	0.34	0.24	3.40	3.00	2.00	52.40	6.15	3.05
2	9	5.00	2.00	0.40	0.22	4.10	2.90	2.00	68.10	7.99	3.87
2	10	5.00	3.00	0.28	0.17	3.70	3.30	1.00	51.40	6.03	3.11
2	11	5.00	3.00	0.31	0.16	3.90	3.10	2.00	51.90	6.09	2.87
2	12	6.00	3.00	0.34	0.18	3.00	1.60	2.00	64.70	7.59	3.14
2	13	5.00	2.00	0.24	0.12	1.90	1.50	2.00	26.90	3.16	0.42
2	14	6.00	3.00	0.50	0.25	2.20	0.70	2.00	87.10	10.22	6.01
2	15	4.00	2.00	0.25	0.15	2.90	2.50	1.00	47.80	5.61	2.87

T	R	N	DH	P	DP	LR	DR	Ram	PR	AF	DAF
2	16	8.00	5.00	0.66	0.37	4.10	2.90	3.00	96.90	11.37	5.09
2	17	4.00	2.00	0.20	0.08	3.70	3.30	1.00	43.00	5.04	2.81
2	18	7.00	4.00	0.47	0.20	4.20	2.90	2.00	67.70	7.94	2.56
2	19	5.00	3.00	0.63	0.38	7.00	6.30	2.00	91.20	10.70	5.74
2	20	6.00	4.00	0.40	0.27	5.00	4.00	2.00	75.50	8.86	5.70
3	1	5.00	3.00	0.22	0.13	2.20	1.80	1.00	39.10	4.59	2.13
3	2	5.00	2.00	0.42	0.10	3.40	2.00	2.00	77.20	9.06	4.08
3	3	3.00	1.00	0.23	0.12	3.20	2.60	1.00	46.20	5.42	2.28
3	4	4.00	2.00	0.32	0.19	2.40	1.80	2.00	52.50	6.16	2.01
3	5	4.00	1.00	0.12	0.04	1.70	1.10	1.00	27.40	3.21	1.27
3	6	4.00	2.00	0.17	0.10	3.20	2.30	1.00	38.10	4.47	2.22
3	7	7.00	4.00	0.46	0.20	2.70	1.50	2.00	87.30	10.24	4.07
3	8	6.00	3.00	0.52	0.22	2.70	1.60	2.00	84.60	9.92	4.05
3	9	4.00	2.00	0.19	0.08	2.00	1.50	1.00	34.70	4.07	1.27
3	10	5.00	3.00	0.43	0.23	2.30	1.90	2.00	85.10	9.98	4.89
3	11	6.00	4.00	0.48	0.27	2.90	2.10	2.00	77.30	9.07	4.70
3	12	4.00	2.00	0.24	0.14	2.10	1.10	1.00	30.60	3.59	0.50
3	13	5.00	3.00	0.37	0.23	1.70	1.10	2.00	43.00	5.04	1.60
3	14	7.00	4.00	0.54	0.35	2.10	0.60	2.00	74.80	8.77	4.43
3	15	4.00	2.00	0.18	0.10	2.20	1.80	1.00	33.90	3.98	1.09
3	16	4.00	2.00	0.12	0.06	0.70	0.20	1.00	17.60	2.06	0.04
3	17	7.00	4.00	0.53	0.34	3.30	1.80	2.00	87.50	10.26	5.29
3	18	5.00	2.00	0.25	0.12	3.00	2.20	2.00	44.40	5.21	1.89
3	19	9.00	6.00	0.53	0.33	3.40	3.10	2.00	75.80	8.89	2.93
3	20	6.00	3.00	0.24	0.10	3.20	2.30	2.00	41.90	4.91	1.18
4	1	3.00	1.00	0.14	0.07	1.20	0.60	1.00	27.90	3.27	0.91
4	2	4.00	2.00	0.35	0.28	1.40	1.00	2.00	42.80	5.02	1.55
4	3	3.00	1.00	0.16	0.10	0.90	0.50	1.00	27.10	3.18	0.87
4	4	5.00	3.00	0.40	0.27	1.90	1.40	2.00	60.10	7.05	2.98
4	5	3.00	1.00	0.18	0.11	1.50	1.10	1.00	29.50	3.46	1.05
4	6	6.00	4.00	0.56	0.31	3.10	1.80	2.00	92.60	10.86	5.49
4	7	5.00	3.00	0.48	0.28	2.20	1.50	2.00	79.80	9.36	4.56
4	8	4.00	2.00	0.29	0.20	1.70	1.10	1.00	47.60	5.58	2.24
4	9	7.00	4.00	0.58	0.33	3.30	1.80	2.00	93.40	10.96	6.33
4	10	5.00	3.00	0.25	0.17	2.20	1.60	2.00	48.90	5.74	1.82
4	11	7.00	5.00	0.36	0.30	1.70	1.20	2.00	48.00	5.63	3.34
4	12	3.00	0.00	0.14	0.02	0.90	0.70	1.00	27.90	3.27	-1.10
4	13	4.00	1.00	0.27	0.08	0.90	0.40	1.00	35.30	4.14	1.14
4	14	4.00	2.00	0.46	0.26	3.00	1.80	2.00	67.50	7.92	2.48
4	15	5.00	2.00	0.29	0.06	0.80	-0.20	2.00	38.40	4.50	-0.09

T	R	N	DH	P	DP	LR	DR	Ram	PR	AF	DAF
4	16	4.00	2.00	0.24	0.14	1.10	0.70	1.00	36.80	4.32	0.77
4	17	5.00	3.00	0.41	0.26	2.20	1.50	2.00	59.90	7.03	2.53
4	18	3.00	1.00	0.13	0.06	1.00	0.50	1.00	26.00	3.05	0.43
4	19	5.00	3.00	0.35	0.25	2.30	1.30	2.00	65.60	7.70	3.26
4	20	3.00	1.00	0.16	0.09	1.00	0.60	1.00	28.00	3.28	0.78
5	1	5.00	3.00	0.21	0.12	1.60	0.90	2.00	43.60	5.11	2.41
5	2	3.00	0.00	0.13	0.00	0.80	-0.30	1.00	28.30	3.32	1.10
5	3	5.00	3.00	0.36	0.21	2.30	1.40	2.00	58.00	6.80	3.18
5	4	3.00	1.00	0.15	0.03	0.70	-0.20	1.00	30.30	3.55	0.69
5	5	4.00	2.00	0.24	0.13	1.70	0.90	1.00	46.00	5.40	2.39
5	6	3.00	1.00	0.10	0.03	0.60	0.40	1.00	27.10	3.18	1.28
5	7	5.00	2.00	0.19	0.08	1.30	0.50	1.00	37.00	4.34	0.85
5	8	5.00	3.00	0.28	0.17	1.30	0.50	2.00	58.20	6.83	3.48
5	9	4.00	2.00	0.32	0.19	2.30	1.40	2.00	55.50	6.51	2.99
5	10	4.00	2.00	0.29	0.16	1.30	0.60	1.00	48.40	5.68	2.32
5	11	4.00	2.00	0.27	0.14	1.50	0.90	2.00	40.60	4.76	0.37
5	12	7.00	4.00	0.77	0.52	1.80	0.70	2.00	90.20	10.58	4.66
5	13	4.00	2.00	0.24	0.11	1.30	0.50	1.00	41.70	4.89	1.44
5	14	4.00	2.00	0.26	0.19	1.80	1.50	1.00	45.70	5.36	2.66
5	15	5.00	3.00	0.41	0.11	1.80	1.00	2.00	55.70	6.53	2.01
5	16	4.00	2.00	0.12	0.06	0.90	0.40	1.00	29.40	3.45	0.93
5	17	4.00	2.00	0.26	0.15	0.90	0.20	2.00	43.10	5.06	1.50
5	18	4.00	2.00	0.09	0.01	0.30	-0.10	1.00	19.30	2.26	-0.18
5	19	3.00	1.00	0.18	0.09	1.10	0.10	1.00	31.50	3.70	1.03
5	20	5.00	2.00	0.33	0.20	0.90	0.20	2.00	56.40	6.62	2.52

		Día 14								
T	R	N	Ram	P	DP	LR	DR	PR	AF	DAF
1	1	7.00	2.00	0.82	0.64	5.10	3.70	94.00	10.74	6.77
1	2	14.00	4.00	0.97	0.78	5.70	4.30	163.90	18.73	12.81
1	3	5.00	1.00	0.41	0.31	1.50	1.30	57.20	6.54	5.23
1	4	9.00	3.00	0.67	0.52	3.20	2.80	98.50	11.26	7.66
1	5	6.00	2.00	0.78	0.57	2.90	2.30	127.20	14.54	10.05
1	6	11.00	3.00	1.28	1.07	5.30	4.50	112.20	12.82	8.49
1	7	6.00	2.00	0.45	0.33	5.60	5.10	68.80	7.86	4.69
1	8	7.00	2.00	0.60	0.51	4.30	4.10	68.60	7.84	5.48
1	9	5.00	1.00	0.21	0.16	1.50	0.90	35.40	4.05	2.06
1	10	7.00	2.00	0.45	0.32	3.80	3.20	82.20	9.39	5.87
1	11	9.00	3.00	0.90	0.75	4.60	4.50	109.20	12.48	9.26
1	12	11.00	4.00	1.83	1.59	5.00	4.40	150.50	17.20	11.57
1	13	8.00	2.00	0.74	0.65	3.70	2.70	73.60	8.41	5.68
1	14	12.00	4.00	2.12	1.74	6.40	5.20	153.50	17.54	10.24
1	15	9.00	3.00	1.02	0.82	4.80	4.40	106.60	12.18	7.16
1	16	8.00	3.00	0.83	0.71	3.10	2.20	78.70	8.99	6.05
1	17	10.00	3.00	0.72	0.58	3.80	2.80	123.60	14.13	10.29
1	18	5.00	1.00	0.42	0.33	2.40	2.00	47.60	5.44	2.80
1	19	13.00	6.00	1.65	1.44	4.20	3.10	145.70	16.65	11.86
1	20	10.00	3.00	0.53	0.43	3.00	2.40	67.10	7.67	4.46
2	1	9.00	3.00	0.83	0.61	4.30	3.80	113.70	13.88	10.23
2	2	12.00	3.00	1.03	0.87	5.20	4.80	126.40	15.43	10.09
2	3	5.00	1.00	0.23	0.16	3.30	2.70	34.40	4.20	1.91
2	4	9.00	3.00	0.63	0.51	3.20	2.50	105.60	12.89	9.87
2	5	13.00	4.00	1.33	1.17	6.40	5.60	223.10	27.24	23.61
2	6	10.00	3.00	0.96	0.86	4.80	4.40	162.70	19.87	16.52
2	7	11.00	3.00	0.91	0.76	6.40	5.60	98.70	12.05	7.89
2	8	10.00	3.00	0.75	0.65	2.50	2.10	126.50	15.45	12.35
2	9	13.00	4.00	1.10	0.92	6.20	5.00	177.00	21.61	17.50
2	10	10.00	4.00	0.70	0.59	3.40	3.00	87.00	10.62	7.70
2	11	12.00	5.00	0.81	0.66	4.30	3.50	160.00	19.54	16.32
2	12	15.00	5.00	0.93	0.77	5.20	3.80	163.50	19.96	15.52
2	13	8.00	2.00	0.33	0.21	2.20	1.80	61.60	7.52	4.79
2	14	15.00	5.00	1.26	1.01	4.90	3.40	212.00	25.89	21.68
2	15	8.00	2.00	0.74	0.64	5.10	4.70	87.30	10.66	7.92
2	16	14.00	4.00	1.27	0.98	5.80	4.60	210.20	25.67	19.39
2	17	7.00	2.00	2.23	2.11	7.30	6.90	247.10	30.17	27.94

T	R	N	Ram	P	DP	LR	DR	PR	AF	DAF
2	18	15.00	5.00	0.62	0.35	4.30	3.00	99.60	12.16	6.78
2	19	13.00	4.00	1.40	1.15	5.30	4.60	199.20	24.32	19.37
2	20	15.00	5.00	1.17	1.04	6.30	5.30	194.70	23.77	20.61
3	1	10.00	3.00	0.59	0.50	2.40	2.00	105.10	12.83	10.37
3	2	15.00	3.00	1.18	0.86	4.30	2.90	227.20	27.74	22.76
3	3	9.00	1.00	0.76	0.65	4.90	4.30	76.10	9.29	6.15
3	4	10.00	3.00	0.96	0.83	4.20	3.60	130.80	15.97	11.82
3	5	9.00	4.00	0.50	0.42	3.00	2.40	96.30	11.76	9.82
3	6	7.00	3.00	0.30	0.23	1.30	0.40	54.20	6.62	4.36
3	7	16.00	3.00	1.09	0.83	3.30	2.10	172.60	21.07	14.90
3	8	15.00	3.00	1.61	1.31	4.70	3.60	235.90	28.80	22.93
3	9	7.00	4.00	0.46	0.35	2.90	2.40	75.30	9.19	6.39
3	10	13.00	4.00	1.46	1.26	5.10	4.70	239.10	29.19	24.10
3	11	17.00	5.00	1.41	1.20	4.20	3.40	218.70	26.70	22.34
3	12	7.00	5.00	0.45	0.35	2.80	1.80	89.60	10.94	7.85
3	13	13.00	2.00	1.04	0.90	5.60	5.00	166.30	20.31	16.86
3	14	16.00	5.00	1.43	1.24	5.30	3.80	217.70	26.58	22.24
3	15	8.00	2.00	0.45	0.37	2.30	1.90	67.10	8.19	5.31
3	16	4.00	4.00	0.10	0.04	0.70	0.20	19.60	2.39	0.37
3	17	16.00	2.00	1.19	1.00	4.20	2.70	226.90	27.70	22.73
3	18	14.00	5.00	0.59	0.46	2.90	2.10	125.70	15.35	12.03
3	19	22.00	4.00	1.30	1.10	4.20	3.90	211.00	25.76	19.80
3	20	11.00	5.00	0.81	0.67	3.90	3.00	123.50	15.08	11.34
4	1	7.00	2.00	0.36	0.29	3.20	2.60	61.00	7.45	5.08
4	2	9.00	3.00	0.45	0.38	1.60	1.20	85.30	10.42	6.94
4	3	6.00	1.00	0.41	0.35	2.20	1.80	56.90	6.95	4.64
4	4	12.00	4.00	0.78	0.65	2.40	1.90	144.30	17.62	13.55
4	5	8.00	3.00	0.41	0.34	2.90	2.50	97.80	11.94	9.53
4	6	16.00	7.00	1.52	1.27	3.50	2.20	212.90	26.00	20.62
4	7	13.00	5.00	1.42	1.22	3.10	2.40	220.90	26.97	22.17
4	8	13.00	6.00	1.01	0.92	5.30	4.70	176.50	21.55	18.20
4	9	14.00	4.00	1.23	0.98	3.70	2.20	227.20	27.74	23.11
4	10	10.00	3.00	0.82	0.74	2.80	2.20	150.30	18.35	14.43
4	11	11.00	4.00	0.39	0.33	2.00	1.50	101.60	12.41	10.12
4	12	8.00	2.00	0.38	0.26	3.30	3.10	79.20	9.67	5.29
4	13	7.00	2.00	0.33	0.14	2.10	1.60	61.30	7.48	4.48
4	14	12.00	4.00	0.98	0.78	4.90	3.70	169.40	20.68	15.24
4	15	6.00	2.00	0.29	0.06	0.70	-0.30	66.20	8.08	3.49
4	16	7.00	2.00	0.45	0.35	3.10	2.70	64.30	7.85	4.31
4	17	11.00	4.00	0.73	0.58	3.70	3.00	118.20	14.43	9.94

T	R	N	Ram	P	DP	LR	DR	PR	AF	DAF
4	18	6.00	2.00	0.26	0.19	1.90	1.40	52.00	6.35	3.73
4	19	13.00	4.00	0.80	0.70	2.20	1.20	176.10	21.50	17.07
4	20	6.00	2.00	0.53	0.46	3.20	2.80	49.80	6.08	3.58
5	1	10.00	4.00	0.51	0.42	1.90	1.20	123.30	15.05	12.35
5	2	5.00	2.00	0.32	0.19	2.80	1.70	60.20	7.35	5.13
5	3	13.00	5.00	1.06	0.91	2.30	1.40	164.90	20.13	16.51
5	4	5.00	2.00	0.32	0.20	1.70	0.80	51.60	6.30	3.43
5	5	10.00	4.00	0.74	0.63	3.30	2.50	122.10	14.91	11.90
5	6	5.00	1.00	0.32	0.25	2.40	2.20	55.70	6.80	4.90
5	7	8.00	3.00	0.58	0.47	3.00	2.20	114.60	13.99	10.51
5	8	11.00	4.00	0.80	0.69	2.70	1.90	135.40	16.53	13.18
5	9	9.00	3.00	0.75	0.62	2.30	1.40	137.80	16.83	13.31
5	10	9.00	3.00	0.80	0.67	2.50	1.80	140.60	17.17	13.81
5	11	9.00	3.00	0.61	0.48	1.80	1.20	77.20	9.43	5.04
5	12	16.00	5.00	1.66	1.41	2.80	1.70	233.30	28.49	22.57
5	13	10.00	4.00	0.83	0.70	3.30	2.50	148.90	18.18	14.73
5	14	7.00	3.00	0.52	0.45	2.40	2.10	91.50	11.17	8.48
5	15	8.00	3.00	0.80	0.50	1.90	1.10	130.70	15.96	11.43
5	16	5.00	2.00	0.26	0.20	1.40	0.90	51.80	6.32	3.81
5	17	10.00	4.00	0.59	0.48	3.20	2.50	120.70	14.74	11.18
5	18	3.00	2.00	0.17	0.09	0.70	0.30	26.20	3.20	0.75
5	19	8.00	5.00	0.76	0.67	3.10	2.10	89.20	10.89	8.23
5	20	9.00	3.00	0.82	0.69	2.70	2.00	129.10	15.76	11.67

		Día 21								
T	R	N	Ram	P	DP	LR	DR	PR	AF	DAF
1	1	13.00	3.00	1.08	0.90	6.80	5.40	118.00	14.84	10.87
1	2	23.00	7.00	1.55	1.36	6.30	4.90	200.80	25.26	19.34
1	3	6.00	5.00	0.29	0.19	1.80	1.60	63.80	8.03	6.71
1	4	13.00	4.00	1.12	0.97	5.90	5.50	104.70	13.17	9.57
1	5	10.00	3.00	0.67	0.46	3.50	2.90	128.10	16.11	11.63
1	6	16.00	5.00	2.29	2.08	10.10	9.30	144.30	18.15	13.82
1	7	9.00	2.00	0.97	0.85	6.90	6.40	84.20	10.59	7.42
1	8	10.00	3.00	0.73	0.64	5.80	5.60	84.50	10.63	8.27
1	9	9.00	2.00	0.33	0.28	3.20	2.60	43.00	5.41	3.42
1	10	11.00	3.00	1.08	0.95	6.10	5.50	100.00	12.58	9.05
1	11	15.00	5.00	1.35	1.20	4.60	4.50	181.30	22.81	19.59
1	12	21.00	6.00	2.70	2.46	9.00	8.40	238.10	29.95	24.32
1	13	12.00	4.00	0.95	0.86	7.20	6.20	101.00	12.70	9.97
1	14	16.00	6.00	2.75	2.37	7.10	5.90	242.00	30.44	23.14
1	15	18.00	5.00	1.41	1.21	6.00	5.60	146.30	18.40	13.38
1	16	15.00	5.00	0.73	0.61	3.10	2.20	124.20	15.62	12.68
1	17	17.00	6.00	1.03	0.89	2.70	1.70	157.30	19.79	15.95
1	18	6.00	1.00	0.26	0.17	2.50	2.10	48.40	6.09	3.44
1	19	20.00	7.00	1.29	1.08	4.10	3.00	221.40	27.85	23.06
1	20	12.00	3.00	0.69	0.59	5.10	4.50	79.70	10.03	6.82
2	1	15.00	5.00	1.86	1.64	6.20	5.70	233.80	29.41	25.75
2	2	18.00	6.00	2.28	2.12	8.60	8.20	273.60	34.42	29.07
2	3	4.00	1.00	0.39	0.32	3.80	3.20	49.70	6.25	3.96
2	4	16.00	5.00	1.70	1.58	4.10	3.40	183.20	23.04	20.02
2	5	28.00	10.00	3.81	3.65	5.80	5.00	435.80	54.82	51.19
2	6	20.00	5.00	2.49	2.39	5.10	4.70	239.80	30.16	26.82
2	7	22.00	7.00	2.67	2.52	6.00	5.20	249.30	31.36	27.20
2	8	18.00	6.00	1.77	1.67	3.60	3.20	249.70	31.41	28.32
2	9	21.00	7.00	2.81	2.63	6.00	4.80	347.60	43.72	39.61
2	10	17.00	5.00	1.32	1.21	4.50	4.10	121.90	15.33	12.41
2	11	23.00	8.00	3.03	2.88	6.10	5.30	266.70	33.44	30.22
2	12	28.00	10.00	2.35	2.19	5.90	4.50	301.30	37.78	33.33
2	13	11.00	2.00	0.60	0.48	6.10	5.70	90.60	11.36	8.62
2	14	25.00	8.00	2.57	2.32	6.00	4.50	399.30	50.07	45.86
2	15	15.00	4.00	1.47	1.37	7.10	6.70	193.10	24.21	21.48
2	16	29.00	9.00	3.62	3.33	7.90	6.70	403.10	50.55	44.27
2	17	31.00	12.00	4.81	4.69	9.10	8.70	561.80	70.45	68.22

2	18	14.00	4.00	1.56	1.29	6.20	4.90	162.50	20.38	15.00
2	19	31.00	12.00	2.08	1.83	5.20	4.50	349.40	43.81	38.86
2	20	31.00	11.00	2.91	2.78	7.00	6.00	427.40	53.59	50.43
3	1	20.00	8.00	1.33	1.24	2.80	2.40	222.10	27.50	25.04
3	2	30.00	12.00	2.82	2.50	5.90	4.50	388.60	48.12	43.15
3	3	12.00	4.00	1.96	1.85	8.70	8.10	201.20	24.92	21.78
3	4	20.00	7.00	1.73	1.60	5.10	4.50	250.20	30.98	26.84
3	5	18.00	6.00	1.04	0.96	3.10	2.50	186.20	23.06	21.12
3	6	12.00	5.00	0.73	0.66	4.60	3.70	106.50	13.19	10.94
3	7	33.00	12.00	2.90	2.64	5.00	3.80	411.50	50.96	44.79
3	8	33.00	13.00	3.27	2.97	6.50	5.40	543.30	67.28	61.41
3	9	11.00	4.00	1.06	0.95	5.60	5.10	119.60	14.81	12.01
3	10	24.00	11.00	2.91	2.71	4.60	4.20	445.20	55.13	50.04
3	11	30.00	12.00	2.72	2.51	4.60	3.80	552.40	68.41	64.04
3	12	14.00	5.00	0.91	0.81	3.70	2.70	148.20	18.35	15.26
3	13	30.00	13.00	2.95	2.81	5.80	5.20	455.80	56.45	53.00
3	14	32.00	13.00	3.66	3.47	6.50	5.00	534.70	66.22	61.87
3	15	10.00	3.00	0.82	0.74	5.00	4.60	120.90	14.97	12.09
3	16	5.00	1.00	0.17	0.11	1.10	0.60	21.80	2.70	0.68
3	17	34.00	13.00	3.06	2.87	5.10	3.60	488.70	60.52	55.54
3	18	24.00	9.00	1.56	1.43	3.50	2.70	262.20	32.47	29.15
3	19	40.00	13.00	3.23	3.03	3.60	3.30	523.20	64.79	58.83
3	20	21.00	9.00	2.07	1.93	6.20	5.30	347.00	42.97	39.24
4	1	10.00	4.00	0.98	0.91	5.40	4.80	159.70	19.78	17.41
4	2	15.00	6.00	1.13	1.06	3.20	2.80	172.10	21.31	17.84
4	3	9.00	4.00	0.82	0.76	3.60	3.20	125.30	15.52	13.21
4	4	22.00	10.00	1.51	1.38	2.90	2.40	205.30	25.42	21.36
4	5	14.00	7.00	1.41	1.34	5.00	4.60	175.10	21.68	19.27
4	6	30.00	13.00	2.40	2.15	3.50	2.20	414.50	51.33	45.96
4	7	27.00	11.00	3.50	3.30	3.50	2.80	496.50	61.49	56.69
4	8	26.00	12.00	2.19	2.10	3.10	2.50	387.20	47.95	44.60
4	9	31.00	12.00	3.54	3.29	5.40	3.90	529.20	65.54	60.91
4	10	21.00	8.00	2.73	2.65	4.50	3.90	336.20	41.63	37.71
4	11	16.00	5.00	0.76	0.70	2.80	2.30	126.80	15.70	13.42
4	12	10.00	6.00	0.79	0.67	2.50	2.30	127.50	15.79	11.41
4	13	10.00	3.00	0.88	0.69	3.60	3.10	129.70	16.06	13.06
4	14	20.00	9.00	2.97	2.77	5.30	4.10	378.30	46.85	41.41
4	15	9.00	4.00	0.72	0.49	3.10	2.10	102.10	12.64	8.05
4	16	10.00	5.00	0.99	0.89	2.80	2.40	140.60	17.41	13.87
4	17	23.00	9.00	2.20	2.05	4.20	3.50	316.10	39.15	34.65
4	18	5.00	2.00	0.39	0.32	4.10	3.60	47.10	5.83	3.22

4	19	21.00	8.00	1.53	1.43	2.60	1.60	187.00	23.16	18.72
4	20	8.00	3.00	0.57	0.50	2.10	1.70	80.90	10.02	7.52
5	1	17.00	8.00	1.32	1.23	2.60	1.90	198.50	24.58	21.87
5	2	11.00	5.00	1.15	1.02	4.00	2.90	187.50	22.73	20.51
5	3	21.00	8.00	2.49	2.34	3.00	2.10	391.50	47.45	43.83
5	4	10.00	3.00	0.59	0.47	1.10	0.20	88.40	10.72	7.85
5	5	16.00	7.00	1.72	1.61	3.00	2.20	288.60	34.98	31.98
5	6	8.00	4.00	0.73	0.66	2.20	2.00	90.30	10.95	9.05
5	7	17.00	7.00	2.12	2.01	4.30	3.50	275.00	33.33	29.85
5	8	14.00	7.00	2.40	2.29	3.20	2.40	278.40	33.75	30.40
5	9	16.00	7.00	2.08	1.95	4.40	3.50	290.90	35.26	31.74
5	10	20.00	9.00	1.97	1.84	2.90	2.20	350.90	42.53	39.17
5	11	13.00	5.00	1.06	0.93	2.00	1.40	119.60	14.50	10.11
5	12	32.00	13.00	4.20	3.95	4.20	3.10	611.60	74.13	68.21
5	13	24.00	9.00	2.52	2.39	4.00	3.20	388.80	47.13	43.68
5	14	16.00	8.00	1.33	1.26	3.00	2.70	225.80	27.37	24.67
5	15	20.00	8.00	1.88	1.58	3.60	2.80	259.10	31.41	26.88
5	16	12.00	4.00	0.84	0.78	2.10	1.60	142.10	17.22	14.71
5	17	20.00	11.00	1.86	1.75	4.00	3.30	318.70	38.63	35.08
5	18	7.00	3.00	0.39	0.31	1.70	1.30	57.40	6.96	4.51
5	19	14.00	5.00	1.23	1.14	2.20	1.20	198.80	24.10	21.43
5	20	20.00	8.00	1.78	1.65	2.20	1.50	348.70	42.27	38.18

Anexo 8. Porcentaje de Hojas cloróticas a lo largo del experimento.

T=Tratamiento; R=Repetición; N=Número de Hojas; CL=Número de hojas Cloróticas; %CL=Porcentaje de hojas cloróticas.

		DÍA 0	DÍA 7			DÍA 14			DÍA 21		
T	R	N	N	CL	%CL	N3	CL3	%CL	N	CL	%CL
1	1	3	5	1	20.00	7	4	57.14	13	8	61.54
1	2	3	7	2	28.57	14	6	42.86	23	13	56.52
1	3	2	3	1	33.33	5	3	60.00	6	4	66.67
1	4	2	5	2	40.00	9	5	55.56	13	5	38.46
1	5	2	5	2	40.00	6	4	66.67	10	6	60.00
1	6	3	7	2	28.57	11	4	36.36	16	3	18.75
1	7	3	4	1	25.00	6	4	66.67	9	4	44.44
1	8	2	4	1	25.00	7	5	71.43	10	6	60.00
1	9	2	3	1	33.33	5	4	80.00	9	4	44.44
1	10	2	4	1	25.00	7	5	71.43	11	5	45.45
1	11	2	4	2	50.00	9	3	33.33	15	9	60.00
1	12	2	6	3	50.00	11	4	36.36	21	14	66.67
1	13	2	4	2	50.00	8	5	62.50	12	8	66.67
1	14	3	6	2	33.33	12	6	50.00	16	5	31.25
1	15	3	5	1	20.00	9	7	77.78	18	4	22.22
1	16	2	5	2	40.00	8	4	50.00	15	10	66.67
1	17	3	4	2	50.00	10	6	60.00	17	10	58.82
1	18	2	3	1	33.33	5	4	80.00	6	4	66.67
1	19	2	6	3	50.00	13	10	76.92	20	13	65.00
1	20	2	5	2	40.00	10	6	60.00	12	6	50.00
2	1	3	5	0	0.00	9	2	22.22	15	1	6.67
2	2	3	7	0	0.00	12	2	16.67	18	3	16.67
2	3	2	4	0	0.00	5	2	40.00	4	0	0.00
2	4	2	4	0	0.00	9	2	22.22	16	1	6.25
2	5	2	6	0	0.00	13	1	7.69	28	1	3.57
2	6	2	5	0	0.00	10	1	10.00	20	5	25.00
2	7	3	7	0	0.00	11	2	18.18	22	2	9.09
2	8	2	5	0	0.00	10	1	10.00	18	3	16.67
2	9	3	5	1	20.00	13	2	15.38	21	2	9.52
2	10	2	5	0	0.00	10	1	10.00	17	6	35.29
2	11	2	5	0	0.00	12	2	16.67	23	2	8.70
2	12	3	6	0	0.00	15	2	13.33	28	3	10.71
2	13	3	5	0	0.00	8	1	12.50	11	2	18.18
2	14	3	6	1	16.67	15	2	13.33	25	2	8.00
2	15	2	4	0	0.00	8	1	12.50	15	0	0.00

		DÍA 0	DÍA 7			DÍA 14			DÍA 21		
2	16	3	8	1	12.50	14	1	7.14	29	5	17.24
2	17	2	4	0	0.00	7	1	14.29	31	2	6.45
2	18	3	7	0	0.00	15	2	13.33	14	3	21.43
2	19	2	5	0	0.00	13	0	0.00	31	3	9.68
2	20	2	6	1	16.67	15	1	6.67	31	5	16.13
3	1	2	5	0	0.00	10	1	10.00	20	4	20.00
3	2	3	5	1	20.00	15	1	6.67	30	4	13.33
3	3	2	3	0	0.00	9	0	0.00	12	1	8.33
3	4	2	4	0	0.00	10	2	20.00	20	3	15.00
3	5	3	4	0	0.00	9	1	11.11	18	3	16.67
3	6	2	4	0	0.00	7	2	28.57	12	2	16.67
3	7	3	7	1	14.29	16	1	6.25	33	5	15.15
3	8	3	6	1	16.67	15	1	6.67	33	5	15.15
3	9	2	4	0	0.00	7	0	0.00	11	2	18.18
3	10	2	5	0	0.00	13	1	7.69	24	4	16.67
3	11	2	6	0	0.00	17	1	5.88	30	4	13.33
3	12	2	4	0	0.00	7	1	14.29	14	3	21.43
3	13	2	5	0	0.00	13	1	7.69	30	1	3.33
3	14	3	7	1	14.29	16	1	6.25	32	7	21.88
3	15	2	4	0	0.00	8	2	25.00	10	4	40.00
3	16	2	4	1	25.00	4	2	50.00	5	1	20.00
3	17	3	7	0	0.00	16	2	12.50	34	3	8.82
3	18	3	5	0	0.00	14	1	7.14	24	6	25.00
3	19	3	9	0	0.00	22	2	9.09	40	4	10.00
3	20	3	6	0	0.00	11	2	18.18	21	5	23.81
4	1	2	3	0	0.00	7	2	28.57	10	1	10.00
4	2	2	4	0	0.00	9	2	22.22	15	0	0.00
4	3	2	3	0	0.00	6	1	16.67	9	1	11.11
4	4	2	5	0	0.00	12	1	8.33	22	1	4.55
4	5	2	3	0	0.00	8	0	0.00	14	2	14.29
4	6	2	6	0	0.00	16	2	12.50	30	2	6.67
4	7	2	5	0	0.00	13	1	7.69	27	2	7.41
4	8	2	4	1	25.00	13	1	7.69	26	1	3.85
4	9	3	7	0	0.00	14	2	14.29	31	2	6.45
4	10	2	5	0	0.00	10	1	10.00	21	2	9.52
4	11	2	3	1	33.33	11	1	9.09	16	2	12.50
4	12	3	7	0	0.00	8	1	12.50	10	2	20.00
4	13	3	4	0	0.00	7	1	14.29	10	1	10.00
4	14	2	4	1	25.00	12	1	8.33	20	1	5.00
4	15	3	5	0	0.00	6	2	33.33	9	2	22.22

		DÍA 0	DÍA 7			DÍA 14			DÍA 21		
4	16	2	4	0	0.00	7	1	14.29	10	0	0.00
4	17	2	5	0	0.00	11	0	0.00	23	3	13.04
4	18	2	3	0	0.00	6	1	16.67	5	0	0.00
4	19	2	5	0	0.00	13	1	7.69	21	2	9.52
4	20	2	3	0	0.00	6	1	16.67	8	1	12.50
5	1	2	5	0	0.00	10	1	10.00	17	0	0.00
5	2	3	3	0	0.00	5	2	40.00	11	1	9.09
5	3	2	5	0	0.00	13	1	7.69	21	3	14.29
5	4	2	3	0	0.00	5	2	40.00	10	1	10.00
5	5	2	4	0	0.00	10	1	10.00	16	1	6.25
5	6	2	3	0	0.00	5	1	20.00	8	1	12.50
5	7	3	5	0	0.00	8	2	25.00	17	1	5.88
5	8	2	5	0	0.00	11	1	9.09	14	1	7.14
5	9	2	4	0	0.00	9	1	11.11	16	2	12.50
5	10	2	4	0	0.00	9	1	11.11	20	1	5.00
5	11	2	4	0	0.00	9	1	11.11	13	1	7.69
5	12	3	7	0	0.00	16	2	12.50	32	3	9.38
5	13	2	4	1	25.00	10	1	10.00	24	3	12.50
5	14	2	4	0	0.00	7	2	28.57	16	1	6.25
5	15	2	5	0	0.00	8	0	0.00	20	2	10.00
5	16	2	4	0	0.00	5	1	20.00	12	1	8.33
5	17	2	4	0	0.00	10	1	10.00	20	2	10.00
5	18	2	4	0	0.00	3	2	66.67	7	1	14.29
5	19	2	3	0	0.00	8	2	25.00	14	2	14.29
5	20	3	5	1	20.00	9	1	11.11	20	2	10.00

Anexo 9. Número de hojas muertas durante el experimento de nutrientes.

Únicamente se muestran los días 14 y 21, ya que los días anteriores no hubo hojas muertas. T=Tratamiento; R=Repetición; N=Número de Hojas; M=Número de Hojas muertas; %M=Porcentaje de hojas muertas.

T	R	Día 14			Día 21		
		N	M	%M	N	M	%M
1	1	7	0	0.0	13	1	7.1
1	2	14	0	0.0	23	0	0.0
1	3	5	0	0.0	6	0	0.0
1	4	9	0	0.0	13	0	0.0
1	5	6	0	0.0	10	0	0.0
1	6	11	0	0.0	16	0	0.0
1	7	6	0	0.0	9	0	0.0
1	8	7	0	0.0	10	0	0.0
1	9	5	0	0.0	9	0	0.0
1	10	7	0	0.0	11	0	0.0
1	11	9	0	0.0	15	0	0.0
1	12	11	0	0.0	21	0	0.0
1	13	8	0	0.0	12	0	0.0
1	14	12	0	0.0	16	0	0.0
1	15	9	0	0.0	18	0	0.0
1	16	8	0	0.0	15	0	0.0
1	17	10	0	0.0	17	0	0.0
1	18	5	0	0.0	6	0	0.0
1	19	13	0	0.0	20	1	4.8
1	20	10	0	0.0	12	0	0.0
2	1	9	0	0.0	15	0	0.0
2	2	12	0	0.0	18	2	10.0
2	3	5	0	0.0	4	2	33.3
2	4	9	0	0.0	16	1	5.9
2	5	13	0	0.0	28	0	0.0
2	6	10	0	0.0	20	0	0.0
2	7	11	0	0.0	22	1	4.3
2	8	10	0	0.0	18	0	0.0
2	9	13	0	0.0	21	0	0.0
2	10	10	0	0.0	17	0	0.0
2	11	12	0	0.0	23	2	8.0
2	12	15	0	0.0	28	1	3.4
2	13	8	0	0.0	11	1	8.3

		Día 14			Día 21		
2	14	15	0	0.0	25	1	3.8
2	15	8	0	0.0	15	0	0.0
2	16	14	0	0.0	29	0	0.0
2	17	7	0	0.0	31	0	0.0
2	18	15	0	0.0	14	0	0.0
2	19	13	0	0.0	31	0	0.0
2	20	15	0	0.0	31	1	3.1
3	1	10	0	0.0	20	1	4.8
3	2	15	0	0.0	30	1	3.2
3	3	9	0	0.0	12	1	7.7
3	4	10	0	0.0	20	1	4.8
3	5	9	0	0.0	18	2	10.0
3	6	7	0	0.0	12	2	14.3
3	7	16	0	0.0	33	2	5.7
3	8	15	0	0.0	33	0	0.0
3	9	7	0	0.0	11	1	8.3
3	10	13	0	0.0	24	1	4.0
3	11	17	0	0.0	30	1	3.2
3	12	7	0	0.0	14	2	12.5
3	13	13	0	0.0	30	0	0.0
3	14	16	0	0.0	32	0	0.0
3	15	8	0	0.0	10	2	16.7
3	16	4	0	0.0	5	1	16.7
3	17	16	0	0.0	34	1	2.9
3	18	14	0	0.0	24	1	4.0
3	19	22	1	4.3	40	1	4.8
3	20	11	0	0.0	21	1	4.5
4	1	7	0	0.0	10	1	9.1
4	2	9	0	0.0	15	3	16.7
4	3	6	0	0.0	9	1	10.0
4	4	12	0	0.0	22	2	8.3
4	5	8	1	11.1	14	0	6.7
4	6	16	0	0.0	30	2	6.3
4	7	13	0	0.0	27	1	3.6
4	8	13	0	0.0	26	2	7.1
4	9	14	1	6.7	31	1	6.1
4	10	10	0	0.0	21	2	8.7
4	11	11	1	8.3	16	2	15.8
4	12	8	0	0.0	10	2	16.7
4	13	7	1	12.5	10	1	16.7

		Día 14			Día 21		
4	14	12	0	0.0	20	1	4.8
4	15	6	1	14.3	9	1	18.2
4	16	7	0	0.0	10	2	16.7
4	17	11	0	0.0	23	1	4.2
4	18	6	0	0.0	5	2	28.6
4	19	13	0	0.0	21	1	4.5
4	20	6	0	0.0	8	1	11.1
5	1	10	1	9.1	17	3	19.0
5	2	5	0	0.0	11	2	15.4
5	3	13	0	0.0	21	1	4.5
5	4	5	0	0.0	10	2	16.7
5	5	10	0	0.0	16	2	11.1
5	6	5	0	0.0	8	1	11.1
5	7	8	1	11.1	17	1	10.5
5	8	11	1	8.3	14	1	12.5
5	9	9	1	10.0	16	1	11.1
5	10	9	0	0.0	20	2	9.1
5	11	9	0	0.0	13	1	7.1
5	12	16	1	5.9	32	1	5.9
5	13	10	0	0.0	24	1	4.0
5	14	7	0	0.0	16	2	11.1
5	15	8	1	11.1	20	0	4.8
5	16	5	0	0.0	12	1	7.7
5	17	10	1	9.1	20	1	9.1
5	18	3	1	25.0	7	1	22.2
5	19	8	1	11.1	14	1	12.5
5	20	9	2	18.2	20	1	13.0

Anexo 10. Datos del análisis químico proximal de las muestras propagadas en laboratorio.

Humedad

	Placa	Muestra	Peso final	% Mat seca	% Humedad	
12X	50.6049	5.3022	50.8658	4.9206	95.0794	95.10
	38.159	5.3588	38.4242	4.94887	95.0511	
	67.0366	5.412	67.2979	4.82816	95.1718	
25X	71.8865	5.6566	72.1614	4.85981	95.1402	95.18
	72.1191	5.4785	72.38	4.76225	95.2377	
	68.6871	5.1116	68.9338	4.82628	95.1737	
C	71.8521	5.25	72.1438	5.55619	94.4438	94.57
	67.0062	5.24	67.2881	5.37977	94.6202	
	72.0859	5.11	72.3584	5.33268	94.6673	

Proteína

	Muestra	Gasto	% Prot BH	% Prot BH	% Prot BS	% Prot BS
12X	0.2463	0.8	1.22493	1.29	24.8939	26.31
	0.2152	0.7	1.22671		24.7876	
	0.2137	0.8	1.41179		29.2408	
25X	0.2323	0.95	1.54227	1.48	31.7351	30.79
	0.2057	0.8	1.4667		30.7984	
	0.2358	0.9	1.43941		29.8244	
C	0.2123	0.75	1.33228	1.38	24.4187	25.35
	0.2262	0.85	1.41714		25.9739	
	0.2963	1.1	1.40006		25.6609	

**Grasa base
seca**

	% Grasa BS	% Grasa BS
12X	1.05	1.18
	1.32	
	1.18	
25X	2.68	2.55
	2.42	
C	1.43	1.43

Ceniza

	Crisol	Muestra	Peso final	% Ceniza BH	% Ceniza BH
12X	31.4101	2.2153	31.4361	1.17366	1.13
	31.8532	2.3063	31.8789	1.11434	
	31.5851	2.5539	31.6131	1.09636	
25X	16.6973	2.5831	16.7264	1.12655	1.14
	18.4465	2.1563	18.4717	1.16867	
	17.0692	2.1261	17.0933	1.13353	
C	31.5929	2.1148	31.6151	1.04974	1.17
	31.0536	2.2553	31.0816	1.24152	
	31.8550	2.0284	31.8802	1.24236	

Fibra muetra seca

	Muestra	Crisol	Papel	P1	P2	% fibra+ceniza	% ceniza	%Fibra	%Fibra
12X	2.17	32.18	1.07	33.44	32.19	8.89	0.31	8.58	8.00
	2.10	29.60	1.07	30.83	29.60	7.58	0.17	7.41	
25X	2.04	28.94	1.06	30.18	28.95	8.31	0.33	7.98	7.63
	2.01	31.85	1.06	33.07	31.86	7.62	0.41	7.21	
	2.35	28.36	1.05	29.60	28.37	7.94	0.23	7.71	
C									14.90

Anexo 11. Biomasa de las plantas durante el primer experimento del análisis de capacidad de carga. N=Número de planta.

N	Día 0		Día 7		Día 14	
T	25X	12.5X	25X	12.5X	25X	12.5X
1	0.71	0.79	0.83	0.87	1.10	1.15
2	0.64	0.62	0.89	0.60	1.16	0.92
3	0.80	0.68	0.95	0.75	1.37	1.15
4	0.76	0.87	0.78	0.77	1.26	0.97
5	0.73	0.83	0.74	0.93	1.39	1.24
6	0.60	0.73	0.60	0.66	0.80	1.12
7	0.84	0.65	1.35	0.71	1.76	1.04
8	0.60	0.65	0.64	0.83	0.71	1.37
9	0.86	0.66	0.93	0.80	1.53	1.33
10	0.63	0.61	0.53	0.87	0.92	1.15
11	0.60	0.62	0.71	0.67	1.05	1.12
12	0.84	0.62	0.96	0.64	1.45	1.37
13	0.77	0.88	1.02	1.11	1.51	1.68
14	0.62	0.80	0.79	1.12	1.61	1.72
15	0.65	0.78	0.73	0.94	1.26	1.47
16	0.61	0.86	0.65	1.06	1.00	1.60
17	0.78	0.74	0.89	0.91	1.39	1.19
18	0.73	0.84	0.82	1.20	1.18	1.82
19	0.88	0.70	1.16	0.79	1.36	0.98
20	0.72	0.76	0.90	1.04	1.19	1.73

N	Día 21		Día 28		Día 35	
T	25X	12.5X	25x	12.5X	25X	12.5X
1	1.53	1.18	2.09	1.33	2.25	1.44
2	2.00	1.20	2.55	1.53	3.41	1.95
3	1.99	1.50	2.65	1.68	3.33	2.06
4	1.97	0.73	2.30	0.71	3.23	0.53
5	2.00	0.98	2.46	1.00	3.38	0.73
6	1.21	1.24	1.21	2.06	1.34	2.15
7	2.22	1.08	2.44	1.70	2.86	2.08
8	0.97	1.38	1.09	2.14	1.46	3.03
9	2.40	1.95	3.18	2.71	4.44	3.62
10	1.13	1.97	2.29	2.52	3.26	3.62
11	1.32	1.05	1.79	1.58	2.44	1.59
12	2.38	1.28	2.79	1.87	3.72	2.13
13	2.02	1.86	2.66	2.29	3.42	3.01
14	1.80	2.75	2.45	4.04	3.03	4.67
15	1.42	1.44	2.05	1.75	2.76	2.03
16	1.29	1.68	1.54	2.29	2.05	2.71
17	1.68	1.38	2.53	1.76	3.78	1.84
18	1.55	2.64	1.97	3.71	2.50	4.24
19	1.25	1.37	1.18	1.85	1.37	2.42
20	1.22	1.57	1.62	2.47	2.15	3.40

N	Día 42		Día 49		Día 56	
T	25X	12.5X	25X	12.5X	25X	12.5X
1	3.25	1.70	3.18	2.06	4.34	2.58
2	5.01	2.54	5.92	2.87	7.26	3.73
3	4.48	2.64	5.41	3.09	6.06	4.26
4	4.71	-	5.40	-	5.95	-
5	4.68	-	6.37	-	7.14	-
6	1.68	2.95	1.99	3.34	2.59	4.91
7	3.71	3.03	4.69	3.53	5.78	4.66
8	2.09	3.69	2.65	5.00	3.59	6.54
9	5.64	4.66	6.31	5.66	7.55	6.67
10	4.50	4.99	5.44	5.31	6.75	5.61
11	3.18	1.91	3.31	2.48	3.86	3.37
12	4.43	2.59	5.00	3.42	6.50	4.25
13	4.98	3.80	5.60	5.25	7.00	5.68
14	4.72	5.67	5.43	6.17	6.45	7.21
15	3.45	2.49	5.07	2.92	5.74	2.99
16	2.72	3.65	3.14	4.61	4.21	6.02
17	4.61	2.40	5.34	2.84	6.32	4.10
18	3.23	5.32	4.30	6.49	5.57	7.63
19	2.13	3.35	2.31	4.08	3.00	5.45
20	2.90	4.04	3.47	4.80	4.48	6.23

N	Día 63		Día 70		Día 77	
T	25X	12.5X	25X	12.5X	25X	12.5X
1	4.59	2.97	5.47	3.74	5.76	4.17
2	7.84	4.57	8.67	5.94	7.97	6.13
3	6.56	4.71	6.20	5.59	6.64	5.57
4	7.01	-	7.55	-	8.46	-
5	8.36	-	8.47	-	10.05	-
6	2.92	5.38	3.18	5.79	4.14	6.08
7	6.78	4.83	6.87	5.50	7.93	5.57
8	4.54	6.32	5.29	5.68	5.97	5.93
9	7.82	7.08	8.41	6.74	9.30	6.26
10	7.91	5.70	8.76	5.58	9.35	5.81
11	4.94	3.88	4.72	4.23	5.49	5.36
12	7.72	4.83	7.64	5.80	8.35	5.94
13	8.22	6.10	9.05	6.11	10.11	6.23
14	7.00	7.40	9.48	6.81	9.70	8.14
15	4.71	3.38	5.01	4.05	5.17	3.81
16	7.24	5.98	8.04	5.89	8.99	5.86
N	Día 63		Día 70		Día 77	
17	7.15	4.35	8.19	3.98	8.79	5.13
18	6.41	8.10	7.49	7.23	7.31	6.85
19	3.84	5.53	4.16	5.09	4.98	5.32
20	5.25	6.17	5.54	6.68	7.12	6.43

N	Día 84		Día 91		Día 98	
T	25X	12.5X	25X	12.5X	25X	12.5X
1	4.9	3.93	5.27	3.91	4.78	4.95
2	6.99	5.83	7.22	5.15	6.55	5.01
3	6.16	5.72	5.74	4.96	5.47	5.11
4	9.31	-	8.35	-	8.11	-
5	8.99	-	8.92	-	8.7	-
6	3.68	5.46	3.71	5.15	3.58	4.83
7	8.14	5.21	8.31	3.96	7.92	4.27
8	5.8	5.57	5.76	4.88	5.74	5.21
9	8.7	5	8.98	3.92	9.45	3.36
10	9.3	4.95	9.5	4.32	8.82	4.25
11	4.41	4.62	4.74	3.84	4.09	4.26
12	7.74	4.4	6.65	4.48	7.1	3.99
T	25X	12.5X	25X	12.5X	25X	12.5X
13	9.2	5.05	9.47	4.36	9.78	4.44
14	8.87	6.08	9.26	5.92	9.38	6.32
15	5.2	4.23	5.21	3.9	5.38	4.6
16	8.8	5.69	9.1	5.05	9.02	4.68
17	8.41	4.63	8.52	4.2	9.38	4.31
18	6.52	6.62	6.27	6.04	5.98	5.55
19	4.87	4.71	5.31	4.55	5.41	4.21
20	6.96	6.5	6.07	5.32	6.77	4.71

Anexo 12. Resultados del Experimento a Diferentes condiciones de Luz.

Se muestran los resultados del experimento a diferentes condiciones de Luz. Trat1, 2 y 3=100%, 55% y 5% de Luz respectivamente, Rep=Repetición, Raiz=Largo de la Raíz, #Hoj()=Número de Hojas(Semana), #Ram()=Número de Rametos(Semana), Areapreli=Areapreliminar, Area=Area ocupada en cm².

TRAT	REP	PESO0	RAIZ0	#HOJ0	#RAM0	AREAPRELI (REF=4CM2 294)	AREA
1	1	0.37	1.1	3	1	590	8.0
1	2	0.48	2	4	1	688	9.4
1	3	0.22	0.6	3	1	478	6.5
1	4	0.12	0.6	3	1	538	7.3
1	5	0.25	0.7	3	1	463	6.3
1	6	0.45	0.9	4	1	710	9.7
1	7	0.59	1	4	1	389	5.3
1	8	0.43	1.7	4	1	772	10.5
1	9	0.24	1.4	4	1	569	7.7
1	10	0.34	0.7	3	1	780	10.6
1	11	0.2	1.3	4	1	498	6.8
1	12	0.19	0.8	3	1	555	7.6
1	13	0.28	1.4	3	1	496	6.7
1	14	0.26	1.2	4	1	757	10.3
1	15	0.21	0.9	3	1	602	8.2
1	16	0.26	1.7	4	1	334	4.5
1	17	0.48	4.5	3	1	559	7.6
1	18	0.29	0.6	3	1	415	5.6
1	19	0.26	1	3	1	350	4.8
1	20	0.27	1.2	3	1	462	6.3
1	21	0.49	1.2	4	1	550	7.5
1	22	0.27	1	3	1	590	8.0
1	23	0.42	1.8	4	1	644	8.8
1	24	0.23	0.7	3	1	820	11.2
1	25	0.48	1	4	1	628	8.5
1	26	0.24	1	3	1	568	7.7
1	27	0.29	1.3	4	1	364	5.0
1	28	0.28	1.2	3	1	440	6.0
1	29	0.4	0.7	4	1	807	11.0
1	30	0.39	1.4	3	1	612	8.3
2	1	0.36	0.9	3	1	590	8.0

TRAT	REP	PESO0	RAIZ0	#HOJ0	#RAM0	AREAPRELI (REF=4CM2 294)	AREA
2	2	0.58	3.5	4	1	894	12.2
2	3	0.4	0.7	3	1	586	8.0
2	4	0.22	0.8	3	1	467	6.4
2	5	0.33	0.7	3	1	533	7.3
2	6	0.38	0.8	4	1	647	8.8
2	7	0.2	0.9	3	1	397	5.4
2	8	0.37	1.6	4	1	602	8.2
2	9	0.4	0.9	4	1	601	8.2
2	10	0.3	1.7	3	1	580	7.9
2	11	0.29	0.3	3	1	507	6.9
2	12	0.25	1.6	3	1	473	6.4
2	13	0.32	1.4	4	1	722	9.8
2	14	0.24	0.8	3	1	426	5.8
2	15	0.28	0.5	3	1	454	6.2
2	16	0.43	0.9	4	1	541	7.4
2	17	0.11	0.9	3	1	268	3.6
2	18	0.36	0.9	4	1	537	7.3
2	19	0.22	1.3	4	1	414	5.6
2	20	0.33	0.5	3	1	635	8.6
2	21	0.28	0.8	3	1	504	6.9
2	22	0.34	0.6	3	1	605	8.2
2	23	0.21	0.7	3	1	447	6.1
2	24	0.34	0.7	3	1	524	7.1
2	25	0.43	1.5	4	1	776	10.6
2	26	0.24	0.8	3	1	474	6.4
2	27	0.3	0.9	3	1	491	6.7
2	28	0.35	0.9	4	1	666	9.1
2	29	0.24	0.5	3	1	368	5.0
2	30	0.25	1.1	4	1	521	7.1
3	1	0.41	1.9	4	1	657	8.9
3	2	0.28	1.7	3	1	406	5.5
3	3	0.21	1	3	1	435	5.9
3	4	0.33	1.1	4	1	687	9.3
3	5	0.22	1	3	1	565	7.7
3	6	0.38	2.1	4	1	657	8.9
3	7	0.23	0.9	3	1	442	6.0
3	8	0.3	1.1	4	1	530	7.2
3	9	0.21	1	3	1	527	7.2
3	10	0.26	1.6	4	1	574	7.8
3	11	0.36	0.7	3	1	500	6.8

TRAT	REP	PESO0	RAIZ0	#HOJ0	#RAM0	AREAPRELI (REF=4CM2 294)	AREA
3	12	0.26	1	4	1	530	7.2
3	13	0.22	0.6	3	1	394	5.4
3	14	0.25	1	3	1	507	6.9
3	15	0.43	2.5	4	1	732	10.0
3	16	0.28	1	3	1	460	6.3
3	17	0.79	1.1	4	1	780	10.6
3	18	0.3	1.2	3	1	494	6.7
3	19	0.26	1.3	4	1	486	6.6
3	20	0.49	1	4	1	743	10.1
3	21	0.23	0.9	4	1	551	7.5
3	22	0.43	1	4	1	730	9.9
3	23	0.29	0.6	3	1	510	6.9
3	24	0.55	3.6	4	1	826	11.2
3	25	0.4	0.4	4	1	597	8.1
3	26	0.2	0.3	3	1	494	6.7
3	27	0.28	0.4	4	1	473	6.4
3	28	0.15	0.3	3	1	300	4.1
3	29	0.35	0.7	3	1	509	6.9
3	30	0.21	0.5	3	1	368	5.0

TRAT	REP	#HOJ1	#Clo1	#muert1	#RAM1	PESO1	RAIZ1	TCR1	AREAPREL1 (REF=4CM 325)	AREA1
1	1	6	0	0	2	0.72	4	0.09511	916	11.3
1	2	8	0	0	3	1.03	0.3	0.10908	1316	16.2
1	3	5	0	0	2	0.4	3.6	0.08541	747	9.2
1	4	4	0	0	1	0.24	1.7	0.09902	510	6.3
1	5	5	0	0	1	0.43	2.6	0.07747	723	8.9
1	6	5	1	0	1	0.75	3.8	0.07298	900	11.1
1	7	9	0	0	3	1.35	3.3	0.11825	1620	19.9
1	8	7	0	0	3	0.86	4.1	0.09902	1068	13.1
1	9	8	0	0	2	0.56	3	0.12104	1130	13.9
1	10	6	0	0	2	0.71	3.8	0.10519	940	11.6
1	11	8	0	0	2	0.47	2.6	0.12206	602	7.4
1	12	4	1	0	1	0.43	2.5	0.11668	508	6.3
1	13	6	0	0	2	1.12	5.3	0.19804	873	10.7
1	14	7	0	0	2	0.46	1.6	0.08151	579	7.1
1	15	7	0	0	2	0.49	2.4	0.12104	528	6.5
1	16	9	0	0	3	0.97	4.5	0.18809	1111	13.7
1	17	8	0	0	3	1.16	5.5	0.12606	1180	14.5
1	18	6	0	0	2	0.5	2.1	0.07782	702	8.6
1	19	7	0	0	3	0.82	3.5	0.16409	849	10.4
1	20	8	0	0	2	0.79	2	0.15337	1076	13.2
1	21	8	0	0	2	1.09	3	0.11422	1083	13.3
1	22	9	0	0	2	0.83	4	0.16043	768	9.5
1	23	9	0	0	3	1.05	4.1	0.1309	972	12.0
1	24	6	0	0	2	0.57	3	0.12965	652	8.0

TRAT	REP	#HOJ1	#Clo1	#muert1	#RAM1	PESO1	RAIZ1	TCR1	AREAPREL1 (REF=4CM 325)	AREA1
1	25	6	0	0	2	0.98	3.3	0.10197	873	10.7
1	26	5	0	0	1	0.63	3.2	0.13787	708	8.7
1	27	9	0	0	2	0.78	4	0.14134	922	11.3
1	28	7	1	0	2	0.75	3.7	0.14075	773	9.5
1	29	7	0	0	2	0.72	2	0.08397	1067	13.1
1	30	7	0	0	2	0.65	3.4	0.07298	779	9.6
2	1	5	0	0	2	0.62	1.70	0.07766	853	10.5
2	2	7	0	0	2	0.71	3.6	0.02889	1078	13.3
2	3	6	0	0	2	0.56	2.2	0.04807	723	8.9
2	4	5	0	0	1	0.37	2.4	0.07427	632	7.8
2	5	5	0	0	2	0.46	1.4	0.04745	780	9.6
2	6	6	0	0	2	0.66	2.1	0.07887	188	2.3
2	7	5	0	0	1	0.26	1.6	0.03748	501	6.2
2	8	8	0	0	2	0.52	2	0.04862	905	11.1
2	9	5	1	0	1	0.63	1.9	0.06489	727	8.9
2	10	4	0	0	1	0.41	2.1	0.04462	626	7.7
2	11	5	1	0	1	0.15	2	-0.0942	668	8.2
2	12	5	1	0	1	0.45	2.2	0.08397	645	7.9
2	13	5	0	0	1	0.5	2.9	0.06376	815	10.0
2	14	5	0	0	2	0.34	2.2	0.04976	475	5.8
2	15	4	0	0	1	0.4	2	0.05095	519	6.4
2	16	5	1	0	1	0.53	1.5	0.02987	577	7.1
2	17	4	1	0	1	0.15	0.9	0.04431	297	3.7
2	18	5	1	0	1	0.45	1.6	0.03188	553	6.8
2	19	7	0	1	1	0.31	1.8	0.04899	592	7.3
2	20	6	1	0	2	0.58	2	0.08056	727	8.9

TRAT	REP	#HOJ1	#Clo1	#muert1	#RAM1	PESO1	RAIZ1	TCR1	AREAPREL1 (REF=4CM 325)	AREA1
2	21	5	0	0	1	0.53	1.7	0.09116	617	7.6
2	22	5	1	0	2	0.47	1.2	0.04626	689	8.5
2	23	5	0	0	1	0.32	1.7	0.06017	532	6.5
2	24	5	0	0	2	0.46	1.9	0.04318	594	7.3
2	25	6	2	0	1	0.49	1.6	0.01866	693	8.5
2	26	5	0	0	2	0.39	1.5	0.06936	650	8.0
2	27	5	0	0	1	0.33	1.9	0.01362	584	7.2
2	28	6	0	0	2	0.55	2	0.06457	712	8.8
2	29	4	0	0	1	0.27	1.5	0.01683	429	5.3
2	30	5	1	0	1	0.33	1.1	0.03966	525	6.5
3	1	4	0	0	1	0.39	1.4	-0.0071	705	8.7
3	2	3	0	0	1	0.22	0.7	-0.0345	389	4.8
3	3	3	0	0	1	0.21	1.2	0	447	5.5
3	4	4	0	0	1	0.36	1	0.01243	595	7.3
3	5	3	0	0	1	0.26	1.1	0.02386	446	5.5
3	6	5	0	1	1	0.4	1.1	0.00733	624	7.7
3	7	3	1	0	1	0.22	1.6	-0.0064	406	5.0
3	8	4	1	0	1	0.28	1.2	-0.0099	442	5.4
3	9	4	0	0	1	0.22	1	0.00665	450	5.5
3	10	4	0	0	1	0.27	1.6	0.00539	478	5.9
3	11	3	0	0	1	0.31	0.6	-0.0214	448	5.5
3	12	4	0	1	1	0.26	0.8	0	419	5.2
3	13	3	1	0	1	0.2	0.5	-0.0136	301	3.7
3	14	3	0	0	1	0.26	1	0.0056	445	5.5
3	15	5	0	0	1	0.39	2.6	-0.0139	814	10.0
3	16	3	0	0	1	0.25	1.1	-0.0162	424	5.2

TRAT	REP	#HOJ1	#Clo1	#muert1	#RAM1	PESO1	RAIZ1	TCR1	AREAPREL1 (REF=4CM 325)	AREA1
3	17	5	1	0	1	0.53	0.6	-0.057	655	8.1
3	18	3	0	0	1	0.23	1.4	-0.038	385	4.7
3	19	4	0	1	1	0.22	0.5	-0.0239	376	4.6
3	20	4	0	1	1	0.4	0.7	-0.029	605	7.4
3	21	4	1	0	1	0.23	0.6	0	417	5.1
3	22	4	1	0	1	0.4	1.2	-0.0103	560	6.9
3	23	3	0	0	1	0.28	0.6	-0.005	481	5.9
3	24	4	0	0	1	0.46	1.7	-0.0255	780	9.6
3	25	4	1	0	1	0.39	1.4	-0.0036	608	7.5
3	26	3	0	0	1	0.2	1.3	0	391	4.8
3	27	4	1	0	1	0.25	0.5	-0.0162	360	4.4
3	28	3	1	0	1	0.14	0.3	-0.0099	231	2.8
3	29	3	0	0	1	0.29	0.8	-0.0269	493	6.1
3	30	4	0	0	1	0.16	1.3	-0.0388	392	4.8

TRAT	REP	#HOJ2	#Clo2	#muert2	#RAM2	PESO2	RAIZ2	TCR2	TCRSEM2	AREAPREL2(ref 4cm2=328)	AREA2
1	1	18	1	2	5	1.55	2.5	0.10	0.11	1334	16.27
1	2	22	0	2	7	1.63	2.9	0.09	0.07	2195	26.77
1	3	11	1	1	2	0.87	2.9	0.10	0.11	1124	13.71
1	4	10	1	1	2	0.4	2.2	0.09	0.07	586	7.15
1	5	9	1	1	2	0.74	1.9	0.08	0.08	856	10.44
1	6	12	1	1	3	1.18	3	0.07	0.06	1411	17.21
1	7	18	2	1	4	2.33	3.9	0.10	0.08	2824	34.44
1	8	13	2	0	4	1.31	3.1	0.08	0.06	2156	26.29
1	9	15	1	1	4	1.1	3.7	0.11	0.10	1585	19.33
1	10	16	0	0	3	1.48	3.6	0.11	0.10	1494	18.22
1	11	11	0	0	3	0.78	1.5	0.10	0.07	1171	14.28
1	12	10	0	1	3	0.55	1.8	0.08	0.04	819	9.99
1	13	13	1	0	4	1.15	3.4	0.10	0.00	1423	17.35
1	14	10	0	1	3	0.64	1	0.06	0.05	922	11.24
1	15	9	2	0	2	0.64	1.3	0.08	0.04	846	10.32
1	16	15	0	3	3	1.12	4.3	0.10	0.02	1506	18.37
1	17	14	0	1	4	1.26	3.3	0.07	0.01	1594	19.44
1	18	11	1	1	3	0.87	1.6	0.08	0.08	983	11.99
1	19	15	2	0	4	1.47	2.2	0.12	0.08	1850	22.56
1	20	14	0	1	4	1.02	2.1	0.09	0.04	1231	15.01
1	21	13	0	0	4	1.89	2.1	0.10	0.08	1616	19.71
1	22	14	0	0	4	1.3	2.1	0.11	0.06	1441	17.57
1	23	17	1	1	5	1.77	3.4	0.10	0.07	1426	17.39
1	24	12	0	1	3	0.88	2.1	0.10	0.06	1143	13.94
1	25	12	1	1	4	1.19	2.2	0.06	0.03	1199	14.62

TRAT	REP	#HOJ2	#Clo2	#muert2	#RAM2	PESO2	RAIZ2	TCR2	TCRSEM2	AREAPREL2(ref 4cm2=328)	AREA2
1	26	11	1	1	3	1.01	2	0.10	0.07	1213	14.79
1	27	11	0	2	3	1.13	2.6	0.10	0.05	1327	16.18
1	28	11	0	0	3	0.95	1.8	0.09	0.03	1301	15.87
1	29	11	0	0	3	0.94	2.4	0.06	0.04	1376	16.78
1	30	11	0	1	3	0.86	1.9	0.06	0.04	1308	15.95
2	1	6	0	0	1	0.56	1.3	0.03	-0.01	905	11.04
2	2	9	1	1	2	0.84	2.2	0.03	0.02	1186	14.46
2	3	10	1	0	3	0.85	2.1	0.05	0.06	1254	15.29
2	4	10	1	0	3	0.55	1.7	0.07	0.06	1014	12.37
2	5	8	1	0	3	0.66	1	0.05	0.05	850	10.37
2	6	9	2	1	2	0.82	1.6	0.05	0.03	860	10.49
2	7	8	1	0	2	0.39	1.2	0.05	0.06	647	7.89
2	8	11	0	0	3	0.68	1	0.04	0.04	1140	13.90
2	9	9	0	0	2	0.7	1	0.04	0.02	1132	13.80
2	10	8	1	0	1	0.54	1.7	0.04	0.04	898	10.95
2	11	6	0	0	1	0.47	1.3	0.03	0.16	876	10.68
2	12	6	1	0	1	0.38	1.1	0.03	-0.02	639	7.79
2	13	9	0	0	2	0.59	1.4	0.04	0.02	948	11.56
2	14	8	1	0	2	0.3	1.3	0.02	-0.02	520	6.34
2	15	7	1	0	1	0.52	1.4	0.04	0.04	923	11.26
2	16	8	0	1	2	0.46	1.4	0.00	-0.02	560	6.83
2	17	5	1	1	1	0.2	0.5	0.04	0.04	320	3.90
2	18	9	0	2	2	0.42	1.3	0.01	-0.01	647	7.89
2	19	10	0	0	2	0.41	1.2	0.04	0.04	757	9.23
2	20	9	1	1	3	0.68	1.8	0.05	0.02	1098	13.39
2	21	10	0	1	3	0.69	1.5	0.06	0.04	815	9.94
2	22	8	0	0	2	0.53	1.1	0.03	0.02	811	9.89

TRAT	REP	#HOJ2	#Clo2	#muert2	#RAM2	PESO2	RAIZ2	TCR2	TCRSEM2	AREAPREL2(ref 4cm2=328)	AREA2
2	23	8	1	1	1	0.4	1.1	0.05	0.03	648	7.90
2	24	9	0	0	2	0.67	1.4	0.05	0.05	967	11.79
2	25	10	2	3	2	0.45	1.4	0.00	-0.01	682	8.32
2	26	8	1	1	2	0.4	1.5	0.04	0.00	750	9.15
2	27	7	0	0	2	0.36	1.3	0.01	0.01	730	8.90
2	28	9	1	0	2	0.71	1.6	0.05	0.04	1052	12.83
2	29	6	1	0	1	0.3	1	0.02	0.02	624	7.61
2	30	6	0	1	1	0.28	1.2	0.01	-0.02	539	6.57
3	1	4	2	0	1	0.35	0.8	-0.01	-0.02	646	7.88
3	2	3	1	0	1	0.19	0.7	-0.03	-0.02	428	5.22
3	3	4	1	0	1	0.17	0.5	-0.02	-0.03	475	5.79
3	4	4	0	1	1	0.26	0.5	-0.02	-0.05	521	6.35
3	5	3	0	0	1	0.21	1.1	0.00	-0.03	457	5.57
3	6	4	1	0	1	0.29	0.3	-0.02	-0.05	696	8.49
3	7	3	0	1	1	0.19	0.5	-0.01	-0.02	370	4.51
3	8	4	2	0	1	0.28	0.6	0.00	0.00	542	6.61
3	9	3	1	0	1	0.16	0.6	-0.02	-0.05	340	4.15
3	10	4	1	0	1	0.26	0.8	0.00	-0.01	676	8.24
3	11	5	2	0	1	0.29	0.2	-0.02	-0.01	614	7.49
3	12	3	0	0	1	0.21	0.6	-0.02	-0.03	507	6.18
3	13	2	1	0	1	0.13	0.5	-0.04	-0.06	305	3.72
3	14	3	0	0	1	0.24	0.8	0.00	-0.01	521	6.35
3	15	5	0	1	1	0.26	1	-0.04	-0.06	684	8.34
3	16	3	1	0	1	0.28	0.5	0.00	0.02	549	6.70
3	17	4	3	0	1	0.41	0.3	-0.05	-0.04	643	7.84
3	18	3	2	0	1	0.25	0.7	-0.01	0.01	499	6.09
3	19	3	1	0	1	0.19	0.4	-0.02	-0.02	443	5.40

TRAT	REP	#HOJ2	#Clo2	#muert2	#RAM2	PESO2	RAIZ2	TCR2	TCRSEM2	AREAPREL2(ref 4cm2=328)	AREA2
3	20	3	1	0	1	0.31	0.5	-0.03	-0.04	685	8.35
3	21	3	0	0	1	0.2	0.5	-0.01	-0.02	501	6.11
3	22	3	0	1	1	0.25	0.5	-0.04	-0.07	446	5.44
3	23	4	2	0	1	0.26	0.3	-0.01	-0.01	525	6.40
3	24	5	1	0	1	0.54	1.3	0.00	0.02	963	11.74
3	25	4	1	0	1	0.3	0.7	-0.02	-0.04	594	7.24
3	26	3	0	0	1	0.2	0.3	0.00	0.00	474	5.78
3	27	3	1	0	1	0.21	0.6	-0.02	-0.02	379	4.62
3	28	3	1	1	1	0.08	0.3	-0.04	-0.08	222	2.71
3	29	3	1	0	1	0.22	0.4	-0.03	-0.04	491	5.99
3	30	4	0	1	1	0.14	0.5	-0.03	-0.02	351	4.28

TRAT	REP	#HOJ3	#Clo3	#muert3	#RAM3	PESO3	RAIZ3	TCR3	TCRSEM3	AREAPREL3(ref 317)	AREA3
1	1	28	3	1	10	2.33	4	0.09	0.06	2508	31.647
1	2	24	2	1	6	2.03	3.5	0.07	0.03	2137	26.965
1	3	16	2	0	6	1.18	2	0.08	0.04	1209	15.256
1	4	17	2	1	5	1.7	3.6	0.13	0.21	2066	26.069
1	5	14	0	2	3	1.82	4.3	0.09	0.13	1813	22.877
1	6	27	3	2	5	2.33	4	0.08	0.10	2548	32.151
1	7	20	2	1	6	2.07	1.9	0.06	-0.02	1779	22.448
1	8	43	5	2	10	4.62	4	0.11	0.18	4176	52.694
1	9	26	3	0	6	2	3	0.10	0.09	2165	27.319
1	10	30	3	1	10	3.23	5.3	0.11	0.11	3242	40.909
1	11	21	4	1	5	1.5	3.5	0.10	0.09	1774	22.385
1	12	20	3	0	5	1.24	2.5	0.09	0.12	1709	21.565
1	13	25	5	0	6	2.52	4.9	0.10	0.11	2306	29.098
1	14	17	3	1	5	0.93	2.5	0.06	0.05	1092	13.779
1	15	14	2	2	3	0.77	2	0.06	0.03	935	11.798
1	16	29	3	2	9	2.61	4.2	0.11	0.12	2862	36.114
1	17	22	3	1	6	1.85	3.4	0.06	0.05	2006	25.312
1	18	22	2	3	4	1.54	2	0.08	0.08	1440	18.170
1	19	31	5	2	7	3.39	5.1	0.12	0.12	2925	36.909
1	20	26	2	4	6	1.59	2.6	0.08	0.06	1703	21.489
1	21	30	5	0	7	3.43	4	0.09	0.09	3006	37.931
1	22	26	6	0	7	1.93	1.8	0.09	0.06	2471	31.180
1	23	19	1	2	5	2.37	3.2	0.08	0.04	2082	26.271
1	24	34	5	1	10	2.95	3	0.12	0.17	2993	37.767
1	25	24	2	3	5	1.7	1.4	0.06	0.05	1739	21.943

TRAT	REP	#HOJ3	#Clo3	#muert3	#RAM3	PESO3	RAIZ3	TCR3	TCRSEM3	AREAPREL3(ref 317)	AREA3
1	26	19	3	2	5	1.59	4.9	0.09	0.06	1789	22.574
1	27	22	5	0	6	2.69	4.5	0.11	0.12	2448	30.890
1	28	24	3	2	7	2.44	4.8	0.10	0.13	2058	25.968
1	29	21	3	0	6	2.78	4.9	0.09	0.15	2440	30.789
1	30	20	4	1	5	1.49	1.5	0.06	0.08	1763	22.246
2	1	8	0	1	1	0.84	2.6	0.04	0.06	878	11.079
2	2	12	0	1	3	1.1	1.1	0.03	0.04	1360	17.161
2	3	15	1	0	3	1.37	1.5	0.06	0.07	1555	19.621
2	4	14	1	0	3	1.01	2.1	0.07	0.09	1334	16.833
2	5	13	0	0	3	1.45	1	0.07	0.11	1358	17.136
2	6	12	0	0	3	0.84	0.5	0.04	0.00	956	12.063
2	7	9	1	0	2	0.51	1.5	0.04	0.04	588	7.420
2	8	14	2	0	3	0.86	1	0.04	0.03	1301	16.416
2	9	13	1	0	2	1.46	1.1	0.06	0.11	288	3.634
2	10	12	0	1	3	1.13	1.8	0.06	0.11	962	12.139
2	11	9	1	0	2	0.87	1.9	0.05	0.09	778	9.817
2	12	8	0	0	2	1.05	2.5	0.07	0.15	754	9.514
2	13	12	0	1	2	0.83	1.1	0.05	0.05	1112	14.032
2	14	7	0	0	2	0.36	1.9	0.02	0.03	684	8.631
2	15	12	0	0	5	0.66	1	0.04	0.03	1209	15.256
2	16	8	0	0	3	0.61	0.7	0.02	0.04	750	9.464
2	17	3	0	0	1	0.24	0.8	0.04	0.03	372	4.694
2	18	9	0	1	2	0.65	1	0.03	0.06	568	7.167
2	19	12	1	1	3	0.59	1.5	0.05	0.05	970	12.240
2	20	13	1	0	3	0.97	0.7	0.05	0.05	1185	14.953
2	21	14	0	1	3	1.26	1.2	0.07	0.09	914	11.533
2	22	9	2	0	3	0.65	0.6	0.03	0.03	931	11.748

TRAT	REP	#HOJ3	#Clo3	#muert3	#RAM3	PESO3	RAIZ3	TCR3	TCRSEM3	AREAPREL3(ref 317)	AREA3
2	23	9	0	0	2	0.88	1.6	0.07	0.11	811	10.233
2	24	14	1	0	3	1.18	1	0.06	0.08	1248	15.748
2	25	7	1	0	2	0.56	0.7	0.01	0.03	644	8.126
2	26	9	0	0	3	0.81	1.6	0.06	0.10	920	11.609
2	27	8	0	1	2	0.83	1	0.05	0.12	738	9.312
2	28	11	0	0	2	0.93	1.3	0.05	0.04	1137	14.347
2	29	8	0	2	2	0.4	1	0.02	0.04	574	7.243
2	30	9	0	0	2	0.52	0.8	0.03	0.09	514	6.486
3	1	3	0	0	1	0.14	0.2	-0.05	-0.13	355	4.479
3	2	4	0	1	1	0.19	0.4	-0.02	0.00	325	4.101
3	3	5	0	2	1	0.29	0.3	0.02	0.08	462	5.830
3	4	4	0	1	1	0.26	0	-0.01	0.00	564	7.117
3	5	4	0	0	1	0.21	0.2	0.00	0.00	449	5.666
3	6	4	0	0	2	0.21	0.3	-0.03	-0.05	403	5.085
3	7	2	0	0	1	0.17	0	-0.01	-0.02	303	3.823
3	8	5	0	2	1	0.19	0.5	-0.02	-0.06	357	4.505
3	9	3	0	0	1	0.16	0	-0.01	0.00	355	4.479
3	10	4	1	0	1	0.26	0.4	0.00	0.00	520	6.562
3	11	4	0	0	2	0.31	0	-0.01	0.01	359	4.530
3	12	4	0	0	1	0.22	0.7	-0.01	0.01	422	5.325
3	13	3	1	0	1	0.13	0.4	-0.03	0.00	274	3.457
3	14	3	0	0	1	0.22	0.1	-0.01	-0.01	487	6.145
3	15	3	0	0	1	0.24	0.5	-0.03	-0.01	486	6.132
3	16	3	1	0	1	0.26	0.4	0.00	-0.01	393	4.959
3	17	4	0	1	1	0.39	0.3	-0.03	-0.01	549	6.927
3	18	4	0	1	1	0.2	0.5	-0.02	-0.03	256	3.230
3	19	3	0	1	1	0.15	0.1	-0.03	-0.03	298	3.760

TRAT	REP	#HOJ3	#Clo3	#muert3	#RAM3	PESO3	RAIZ3	TCR3	TCRSEM3	AREAPREL3(ref 317)	AREA3
3	20	4	0	0	1	0.26	0	-0.03	-0.03	363	4.580
3	21	4	1	0	1	0.18	0.5	-0.01	-0.02	424	5.350
3	22	2	0	0	1	0.27	0.2	-0.02	0.01	282	3.558
3	23	4	0	0	1	0.31	0.4	0.00	0.03	364	4.593
3	24	6	1	0	1	0.58	0.5	0.00	0.01	950	11.987
3	25	4	0	0	1	0.34	0	-0.01	0.02	378	4.770
3	26	3	1	0	1	0.18	0	-0.01	-0.02	369	4.656
3	27	4	1	0	1	0.25	0.4	-0.01	0.02	385	4.858
3	28	3	1	0	1	0.1	0.2	-0.02	0.03	195	2.461
3	29	3	1	0	1	0.25	0.4	-0.02	0.02	437	5.514
3	30	3	0	0	1	0.13	0.3	-0.02	-0.01	319	4.025

TRAT	REP	#HOJ4	#Clo4	#muert4	#RAM4	PESO4	RAIZ4	TCR4	TCRSEM4	AREAPREL4(ref 336 / para 1r27,28,29,30=304)	AREA4
1	1	41	5	0	11	3.39	4.5	0.08	0.05	3474.00	41.357
1	2	39	6	1	11	3.45	2.1	0.07	0.08	2689.00	32.012
1	3	29	3	1	7	1.72	1.5	0.07	0.05	1818.00	21.643
1	4	32	3	1	10	2.67	2.4	0.11	0.06	2767.00	32.940
1	5	23	3	2	5	2.84	5.1	0.09	0.06	2719.00	32.369
1	6	40	5	4	10	3.27	2	0.07	0.05	3145.00	37.440
1	7	29	4	0	9	2.20	1.5	0.05	0.01	2361.00	28.107
1	8	54	11	1	16	4.75	3.8	0.09	0.00	5238.00	62.357
1	9	35	7	4	10	2.86	1.5	0.09	0.05	2991.00	35.607
1	10	53	5	4	14	4.75	2	0.09	0.06	3861.00	45.964
1	11	29	5	2	8	2.21	2.1	0.09	0.06	2604.00	31.000
1	12	28	5	1	8	1.64	1.2	0.08	0.04	1764.00	21.000
1	13	42	7	2	12	3.03	2.1	0.09	0.03	2563.00	30.512
1	14	24	5	0	6	1.30	2.3	0.06	0.05	1631.00	19.417
1	15	18	4	1	5	0.95	1	0.05	0.03	1099.00	13.083
1	16	40	6	2	11	3.06	2	0.09	0.02	3364.00	40.048
1	17	32	7	1	8	2.27	1.7	0.06	0.03	1879.00	22.369
1	18	28	5	1	7	1.62	1.9	0.06	0.01	2003.00	23.845
1	19	51	7	1	14	3.56	2.2	0.09	0.01	3637.00	43.298
1	20	32	5	1	10	1.74	2	0.07	0.01	1628.00	19.381
1	21	48	4	1	13	4.29	0.8	0.08	0.03	3681.00	43.821
1	22	38	8	2	11	2.57	1.9	0.08	0.04	3418.00	40.690
1	23	24	3	1	7	2.47	2.7	0.06	0.01	2219.00	26.417
1	24	48	6	3	16	3.47	2.5	0.10	0.02	2995.00	35.655
1	25	28	7	0	7	2.18	1.3	0.05	0.04	2379.00	28.321

TRAT	REP	#HOJ4	#Clo4	#muert4	#RAM4	PESO4	RAIZ4	TCR4	TCRSEM4	AREAPREL4(ref 336 / para 1r27,28,29,30=304)	AREA4
1	26	27	5	0	7	2.36	1.5	0.08	0.06	3265.00	38.869
1	27	33	11	0	10	3.26	1.4	0.09	0.03	2952.00	38.842
1	28	34	6	0	12	2.80	2	0.08	0.02	2507.00	32.987
1	29	28	5	2	8	2.70	1.6	0.07	0.00	2660.00	35.000
1	30	28	9	1	9	1.81	1	0.05	0.03	1730.00	22.763
2	1	10	2	1	2	0.79	1.9	0.03	-0.01	1031.00	12.274
2	2	17	3	0	3	1.32	1.4	0.03	0.03	1266.00	15.071
2	3	24	4	1	7	1.66	1.1	0.05	0.03	1830.00	21.786
2	4	19	3	1	5	1.00	2	0.05	0.00	1358.00	16.167
2	5	19	4	0	4	1.36	1.8	0.05	-0.01	1235.00	14.702
2	6	15	5	0	3	1.04	0.9	0.04	0.03	986.00	11.738
2	7	10	2	1	2	0.53	1.1	0.03	0.01	475.00	5.655
2	8	17	4	0	4	0.88	0.9	0.03	0.00	956.00	11.381
2	9	19	5	0	4	1.32	1.2	0.04	-0.01	1464.00	17.429
2	10	16	3	1	4	0.92	1.6	0.04	-0.03	1100.00	13.095
2	11	12	2	1	3	0.76	0.8	0.03	-0.02	815.00	9.702
2	12	11	3	0	2	0.87	1.1	0.04	-0.03	1215.00	14.464
2	13	16	4	0	3	0.93	1	0.04	0.02	1154.00	13.738
2	14	9	3	0	2	0.47	0.7	0.02	0.04	785.00	9.345
2	15	23	5	0	6	1.08	0.6	0.05	0.07	1235.00	14.702
2	16	14	3	0	3	0.73	1.2	0.02	0.03	769.00	9.155
2	17	4	0	0	1	0.82	1	0.07	0.18	897.00	10.679
2	18	13	2	0	4	0.80	0.6	0.03	0.03	750.00	8.929
2	19	18	0	3	4	0.59	0.6	0.04	0.00	1183.00	14.083
2	20	16	3	0	4	0.93	0.9	0.04	-0.01	1182.00	14.071
2	21	17	3	0	4	0.74	0.9	0.03	-0.08	824.00	9.810
2	22	15	1	1	3	0.74	1	0.03	0.02	1011.00	12.036

TRAT	REP	#HOJ4	#Clo4	#muert4	#RAM4	PESO4	RAIZ4	TCR4	TCRSEM4	AREAPREL4(ref 336 / para 1r27,28,29,30=304)	AREA4
2	23	13	4	0	3	0.77	1.1	0.05	-0.02	1012.00	12.048
2	24	17	5	0	4	0.97	1.2	0.04	-0.03	1091.00	12.988
2	25	15	5	1	3	0.53	1	0.01	-0.01	597.00	7.107
2	26	16	4	0	4	0.84	1.9	0.04	0.01	855.00	10.179
2	27	12	4	0	3	0.75	1.2	0.03	-0.01	726.00	8.643
2	28	15	4	0	3	0.82	1	0.03	-0.02	784.00	9.333
2	29	9	3	0	2	0.38	0.7	0.02	-0.01	630.00	7.500
2	30	12	2	1	2	0.47	1	0.02	-0.01	445.00	5.298
3	1	3	2	0	1	0.16	0.2	-0.03	0.02	435.00	5.179
3	2	3	2	0	1	0.14	0.1	-0.02	-0.04	347.00	4.131
3	3	3	1	0	1	0.20	0	0.00	-0.05	368.00	4.381
3	4	3	2	1	1	0.18	0	-0.02	-0.05	385.00	4.583
3	5	4	2	0	1	0.22	0.1	0.00	0.01	438.00	5.214
3	6	4	2	0	2	0.20	0	-0.02	-0.01	387.00	4.607
3	7	2	1	0	1	0.15	0.1	-0.02	-0.02	261.00	3.107
3	8	3	1	0	1	0.14	0.1	-0.03	-0.04	332.00	3.952
3	9	3	0	0	1	0.08	0.2	-0.03	-0.10	261.00	3.107
3	10	4	2	0	1	0.21	0.6	-0.01	-0.03	449.00	5.345
3	11	5	1	2	1	0.15	0	-0.03	-0.10	277.00	3.298
3	12	4	2	0	1	0.20	0.5	-0.01	-0.01	435.00	5.179
3	13	3	1	0	1	0.12	0.3	-0.02	-0.01	300.00	3.571
3	14	3	2	0	1	0.22	0.2	0.00	0.00	503.00	5.988
3	15	4	2	0	1	0.21	0.5	-0.03	-0.02	563.00	6.702
3	16	3	1	0	1	0.14	0.3	-0.02	-0.09	339.00	4.036
3	17	4	3	0	1	0.29	0.3	-0.04	-0.04	510.00	6.071
3	18	3	1	0	1	0.13	0	-0.03	-0.06	292.00	3.476
3	19	3	1	0	1	0.12	0	-0.03	-0.03	209.00	2.488

TRAT	REP	#HOJ4	#Clo4	#muert4	#RAM4	PESO4	RAIZ4	TCR4	TCRSEM4	AREAPREL4(ref 336 / para 1r27,28,29,30=304)	AREA4
3	20	2	1	1	1	0.11	0	-0.05	-0.12	254.00	3.024
3	21	4	1	1	1	0.14	0.2	-0.02	-0.04	333.00	3.964
3	22	2	2	0	1	0.27	0.15	-0.02	0.00	322.00	3.833
3	23	5	1	0	1	0.19	0.2	-0.02	-0.07	357.00	4.250
3	24	5	2	0	1	0.47	0.5	-0.01	-0.03	665.00	7.917
3	25	4	2	0	1	0.23	0.2	-0.02	-0.06	448.00	5.333
3	26	3	1	1	1	0.07	0	-0.04	-0.13	174.00	2.071
3	27	3	1	0	1	0.11	0.1	-0.03	-0.12	341.00	4.060
3	28	4	2	0	1	0.17	0.4	0.00	0.08	323.00	3.845
3	29	3	2	0	1	0.21	0.1	-0.02	-0.02	440.00	5.238
3	30	4	4	0	1	0.14	0.4	-0.01	0.01	324.00	3.857

Anexo 13. Datos del Segundo Experimento para hallar K.

Se muestran los datos del Tratamiento al 100% durante las semanas 5 en adelante. Rep=Repetición, TCR=Tasa de Crecimiento relativo, TCRSEM=Tasa de crecimiento relativo de la semana.

REP	PESO 5	TCR5	TCRSEM5	PESO 5	TCR5	TCRSEM5	PESO 6	TCR6	TCRSEM6
1	4.85	0.07352	0.05116	4.85	0.07352089	0.05116411	5.94	0.0661	0.0290
2	4.42	0.06343	0.0354	4.42	0.06343168	0.03539507	5.24	0.0569	0.0243
3	3.3	0.07737	0.09309	3.3	0.07737286	0.09308545	4.11	0.0697	0.0314
4	4.03	0.1004	0.05881	4.03	0.10040085	0.05881256	4.97	0.0887	0.0300
5	4.77	0.08425	0.07408	4.77	0.08424688	0.07407746	4.77	0.0702	0.0000
6	4.76	0.06739	0.05364	4.76	0.06739301	0.05363681	5.02	0.0574	0.0076
7	3.76	0.05292	0.07657	3.76	0.05291576	0.07656594	4.67	0.0493	0.0310
8	6.19	0.0762	0.03783	6.19	0.07619729	0.03782721	6.4	0.0643	0.0048
9	4.2	0.08178	0.05489	4.2	0.08177717	0.0548947	4.78	0.0712	0.0185
10	5.81	0.0811	0.02878	5.81	0.08109686	0.02877656	6.48	0.0702	0.0156
11	3.44	0.08128	0.06321	3.44	0.08128313	0.06321128	5.08	0.0770	0.0557
12	1.79	0.06408	0.0125	1.79	0.0640842	0.01250277	2.71	0.0633	0.0592
13	4.35	0.07838	0.05166	4.35	0.07837547	0.05165903	4.95	0.0684	0.0185
14	1.93	0.05727	0.05645	1.93	0.0572741	0.05645082	1.98	0.0483	0.0037
15	1.96	0.06382	0.10346	1.96	0.06381692	0.10346254	2.39	0.0579	0.0283
16	4.09	0.07873	0.04145	4.09	0.07873196	0.04144715	5.25	0.0716	0.0357
17	2.8	0.05039	0.02998	2.8	0.05038825	0.02997708	3.66	0.0484	0.0383
18	2.51	0.06166	0.06255	2.51	0.06166163	0.06255094	4.05	0.0628	0.0683
19	4.28	0.08003	0.02631	4.28	0.08002933	0.02631321	4.39	0.0673	0.0036
20	2.3	0.06121	0.03986	2.3	0.06120693	0.03986057	2.94	0.0569	0.0351

21	4.98	0.06625	0.02131	4.98	0.06625085	0.02130617	5.92	0.0593	0.0247
22	3.22	0.07082	0.03221	3.22	0.07082042	0.03221078	4.58	0.0674	0.0503
23	3.73	0.0624	0.05888	3.73	0.06239739	0.0588843	5.41	0.0609	0.0531
24	4.33	0.08386	0.03163	4.33	0.0838641	0.03163042	4.73	0.0720	0.0126
25	2.97	0.05207	0.04418	2.97	0.05207232	0.04417673	4.12	0.0512	0.0468
26	3.14	0.07347	0.04079	3.14	0.07346683	0.04079445	4.15	0.0679	0.0398
27	3.89	0.07418	0.02524	3.89	0.07417953	0.02524028	4.63	0.0660	0.0249
28	3.46	0.07184	0.03024	3.46	0.07183526	0.0302356	4.32	0.0651	0.0317
29	3.49	0.06189	0.03666	3.49	0.06189121	0.03666428	4.77	0.0590	0.0446
30	2.11	0.04824	0.02191	2.11	0.04823704	0.02190873	2.89	0.0477	0.0449

REP	PESO 7	TCR7	TCRSEM7	PESO 8	TCR8	TCRSEM8	PESO 9	TCR9	TCRSEM9
1	8.13	0.0631	0.0448	9.28	0.0575	0.0189	10.26	0.0527	0.0143
2	6.41	0.0529	0.0288	6.79	0.0473	0.0082	6.71	0.0419	-0.0017
3	5.64	0.0662	0.0452	7.19	0.0623	0.0347	8.58	0.0582	0.0252
4	7.49	0.0844	0.0586	8.66	0.0764	0.0207	10.21	0.0705	0.0235
5	6.42	0.0662	0.0424	6.79	0.0590	0.0080	6.99	0.0529	0.0041
6	6.79	0.0554	0.0431	7.59	0.0505	0.0159	8.84	0.0473	0.0218
7	6.78	0.0498	0.0533	7.94	0.0464	0.0226	9.23	0.0437	0.0215
8	7.39	0.0580	0.0205	8.7	0.0537	0.0233	9.68	0.0494	0.0152
9	6.18	0.0663	0.0367	8.16	0.0630	0.0397	9.23	0.0579	0.0176
10	8.05	0.0646	0.0310	8.13	0.0567	0.0014	8.28	0.0507	0.0026
11	6.55	0.0712	0.0363	8.17	0.0662	0.0316	8.17	0.0589	0.0000
12	4.62	0.0651	0.0762	6.09	0.0619	0.0395	7.02	0.0573	0.0203
13	7.17	0.0662	0.0529	8.45	0.0608	0.0235	9.18	0.0554	0.0118
14	3.65	0.0539	0.0874	4.61	0.0513	0.0334	5.78	0.0492	0.0323
15	4.21	0.0612	0.0809	5.92	0.0596	0.0487	7.17	0.0560	0.0274

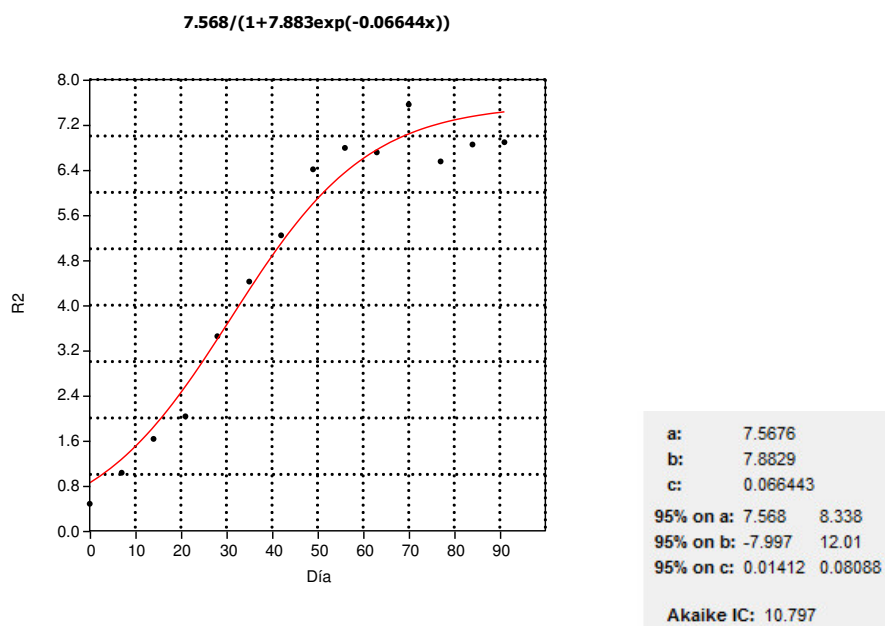
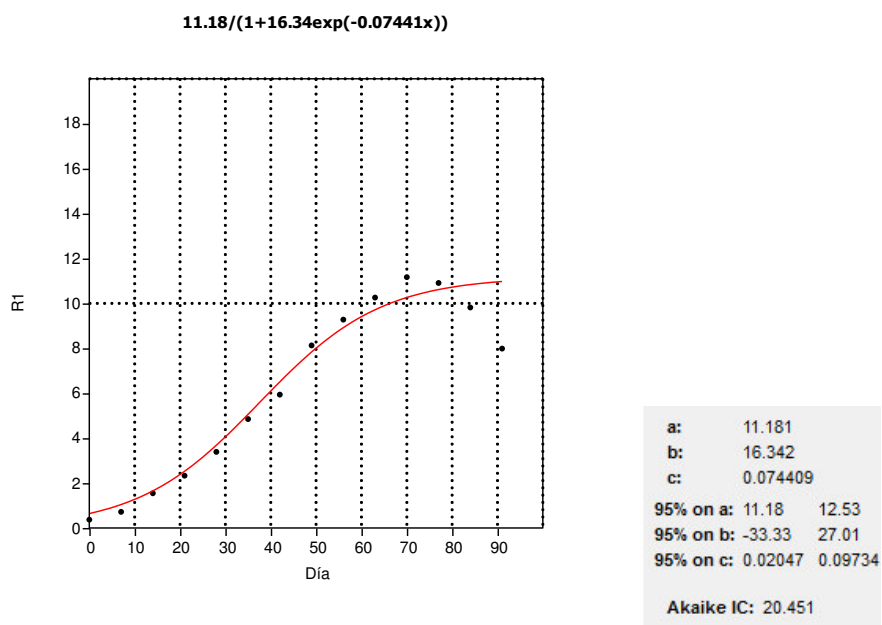
16	7.04	0.0673	0.0419	7.85	0.0608	0.0156	8.43	0.0552	0.0102
17	4.84	0.0472	0.0399	5.8	0.0445	0.0258	7.65	0.0439	0.0395
18	5.87	0.0614	0.0530	7.22	0.0574	0.0296	8.58	0.0538	0.0247
19	6.16	0.0646	0.0484	7.32	0.0596	0.0246	7.7	0.0538	0.0072
20	5.09	0.0599	0.0784	6.38	0.0565	0.0323	6.99	0.0516	0.0130
21	7.78	0.0564	0.0390	8.95	0.0519	0.0200	10.5	0.0486	0.0228
22	7.35	0.0674	0.0676	8.69	0.0620	0.0239	11.68	0.0598	0.0422
23	6.92	0.0572	0.0352	7.92	0.0524	0.0193	7.47	0.0457	-0.0084
24	6.41	0.0679	0.0434	7.64	0.0626	0.0251	7.47	0.0552	-0.0032
25	6.16	0.0521	0.0575	7.19	0.0483	0.0221	7.94	0.0445	0.0142
26	6.2	0.0664	0.0573	6.67	0.0594	0.0104	7.59	0.0548	0.0185
27	6	0.0618	0.0370	8.25	0.0598	0.0455	8.66	0.0539	0.0069
28	6.47	0.0641	0.0577	6.44	0.0560	-0.0007	8.18	0.0536	0.0342
29	6.66	0.0574	0.0477	7.53	0.0524	0.0175	7.84	0.0472	0.0058
30	4.24	0.0487	0.0548	5.12	0.0460	0.0269	6.76	0.0453	0.0397

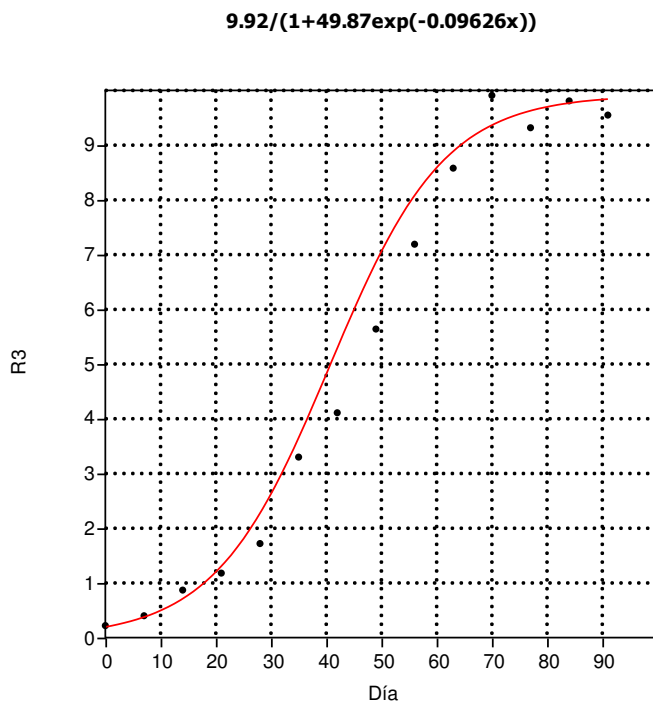
TRAT	REP	PESO 10	TCR11	TCRSEM11	PESO 12	TCR12	TCRSEM12	PESO 13
1	1	11.17	0.0439	-0.0034	9.82	0.0272	-0.0150	7.99
1	2	7.56	0.0339	-0.0205	6.85	0.0229	0.0064	6.89
1	3	9.91	0.0487	-0.0088	9.81	0.0272	0.0073	9.55
1	4	9.02	0.0550	-0.0126	7.02	0.0232	-0.0232	6.25
1	5	8.05	0.0449	-0.0016	8.15	0.0250	0.0034	7.85
1	6	9.01	0.0385	-0.0048	8.25	0.0251	-0.0078	7.85
1	7	9.01	0.0363	0.0098	8.68	0.0257	-0.0151	6.76
1	8	8.88	0.0390	-0.0037	7.87	0.0246	-0.0135	8.35
1	9	9.89	0.0491	0.0086	9.7	0.0270	-0.0113	9.43
1	10	6.86	0.0372	-0.0201	5.85	0.0210	-0.0027	5.37
1	11	9	0.0501	0.0070	7.78	0.0244	-0.0278	7.74
1	12	7.52	0.0492	0.0156	9.77	0.0271	0.0218	9.29
1	13	9.47	0.0468	0.0120	11.15	0.0287	0.0113	11.3
1	14	9.54	0.0451	-0.0182	8.55	0.0255	0.0025	8.49
1	15	8.79	0.0481	-0.0045	9.98	0.0274	0.0226	9.8
1	16	10.4	0.0472	-0.0075	9.14	0.0263	-0.0110	8.84
1	17	8.66	0.0376	0.0005	9.5	0.0268	0.0127	9.04
1	18	10.64	0.0470	0.0019	10.35	0.0278	-0.0058	8.9
1	19	8.91	0.0466	0.0078	8.48	0.0254	-0.0149	8.26
1	20	7.32	0.0443	0.0164	9.08	0.0263	0.0144	7.09
1	21	10.28	0.0412	0.0186	11.05	0.0286	-0.0083	11.42
1	22	11.16	0.0491	0.0088	11.86	0.0294	-0.0001	9.43
1	23	8.18	0.0392	0.0070	8.32	0.0252	-0.0046	8.52
1	24	8.23	0.0475	0.0120	8.9	0.0260	-0.0008	9.1
1	25	8.35	0.0359	-0.0136	6.94	0.0231	-0.0128	5.26

1	26	7.85	0.0451	-0.0020	8.18	0.0250	0.0079	8.91
1	27	9.1	0.0450	0.0026	8.98	0.0261	-0.0045	7.83
1	28	8.91	0.0439	-0.0112	8.7	0.0258	0.0078	7.43
1	29	8.66	0.0376	-0.0262	6.91	0.0230	-0.0061	6.45
1	30	7.51	0.0393	0.0094	8.16	0.0250	0.0025	7.9

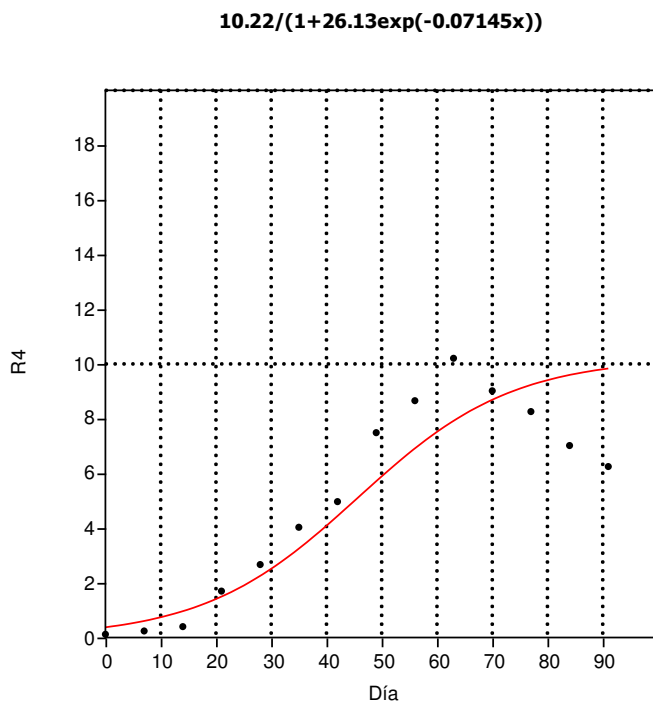
Anexo 14. Regresiones logísticas realizadas para cada una de las repeticiones del experimento para hallar K.

R=Repetición; a, b, y c= Constantes.

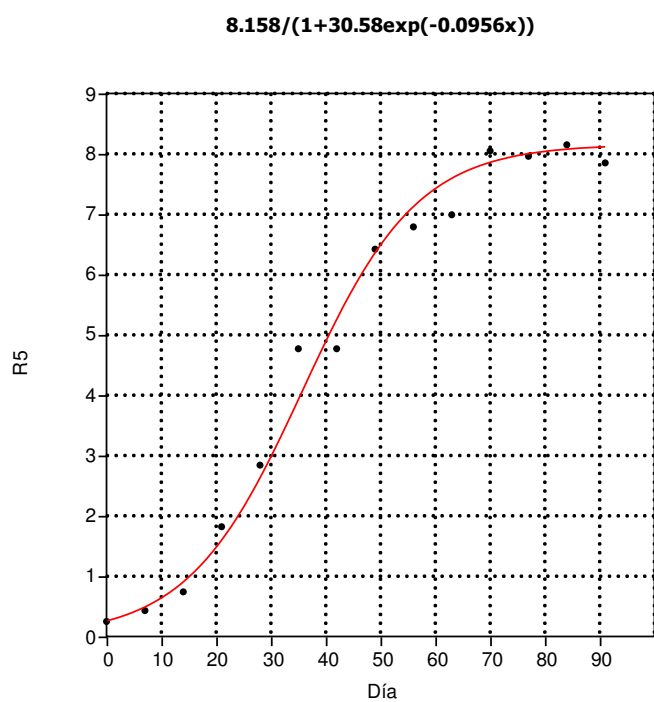




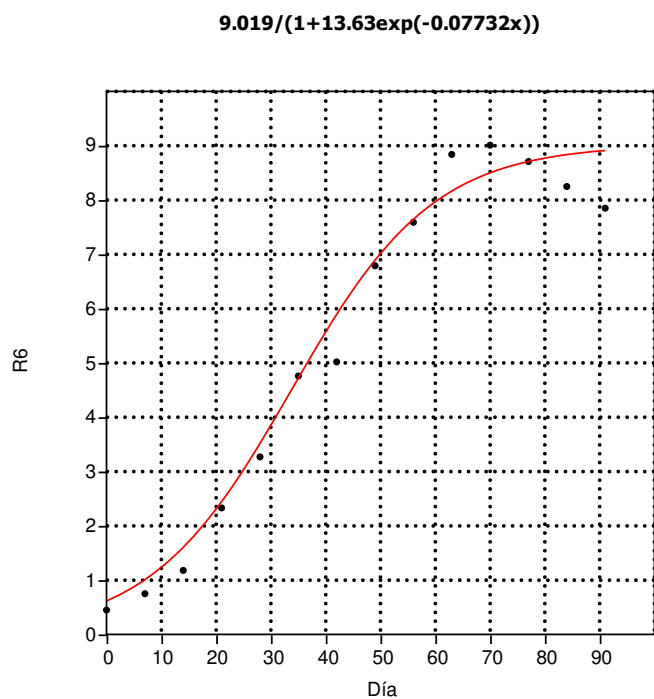
a:	9.9199
b:	49.865
c:	0.096265
95% on a:	9.92 10.51
95% on b:	-63.67 63.88
95% on c:	0.05806 0.1049
Akaike IC: 13.128	



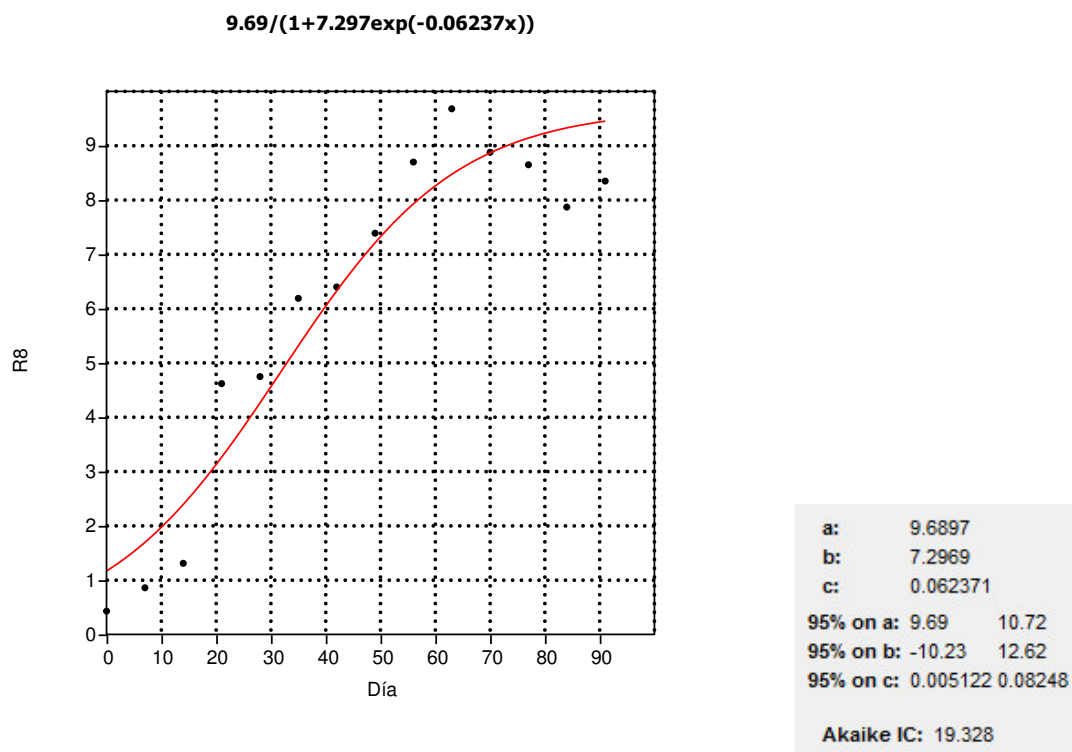
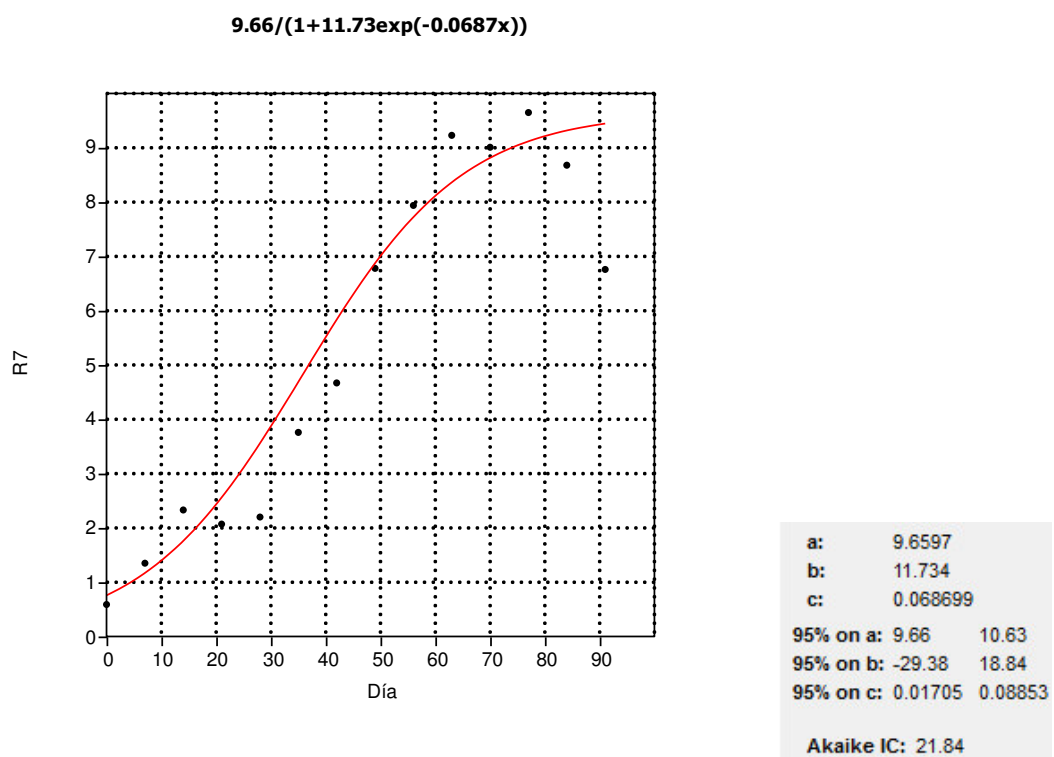
a:	10.22
b:	26.128
c:	0.071446
95% on a:	10.22 12.17
95% on b:	-70.96 47.57
95% on c:	0.002341 0.09984
Akaike IC: 42.004	

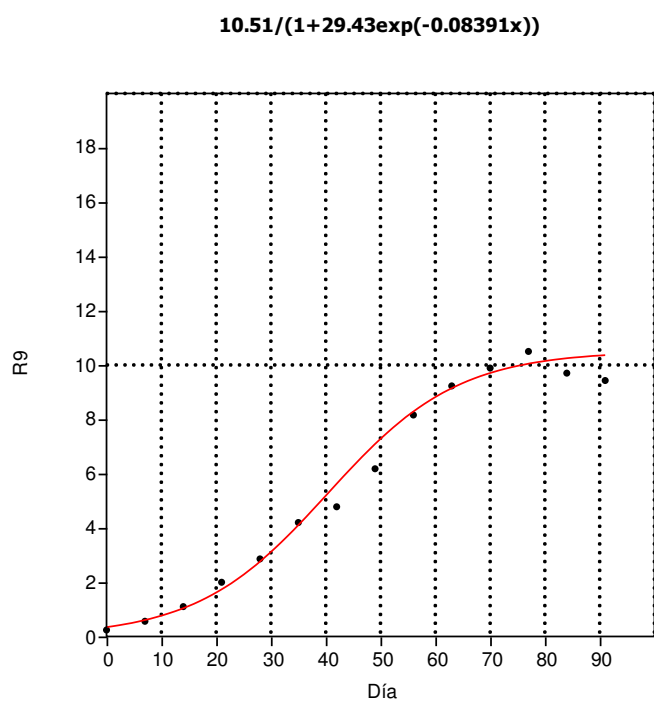


a:	8.1582
b:	30.585
c:	0.095595
95% on a:	8.158 8.458
95% on b:	-12.85 42.83
95% on c:	0.06075 0.1083
Akaike IC: 10.071	

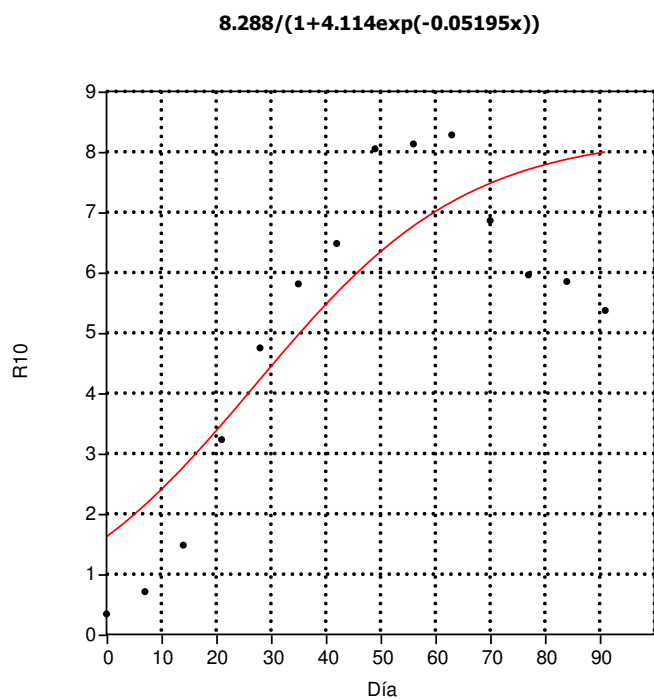


a:	9.019
b:	13.627
c:	0.077324
95% on a:	9.019 9.78
95% on b:	-15.6 21.48
95% on c:	0.03069 0.09471
Akaike IC: 11.72	

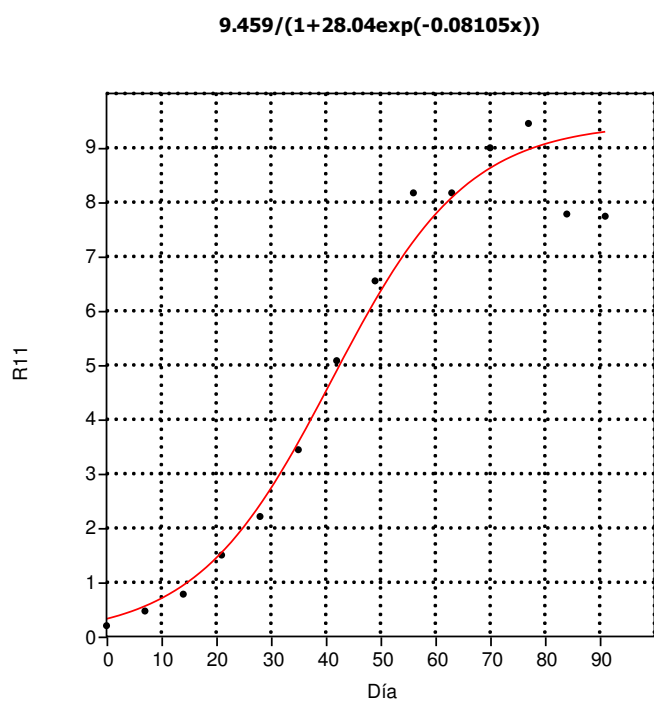




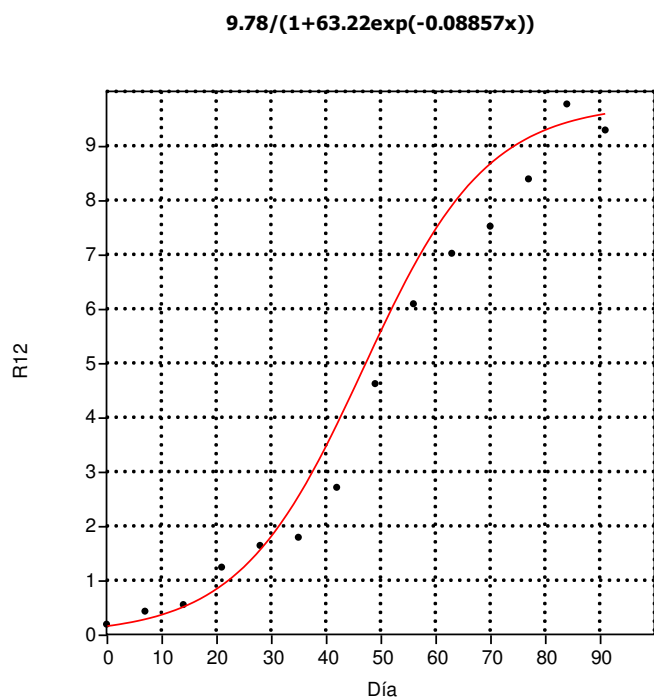
a:	10.511
b:	29.434
c:	0.083908
95% on a:	10.51 11.58
95% on b:	-30.39 41.1
95% on c:	0.03948 0.09623
Akaike IC: 11.487	



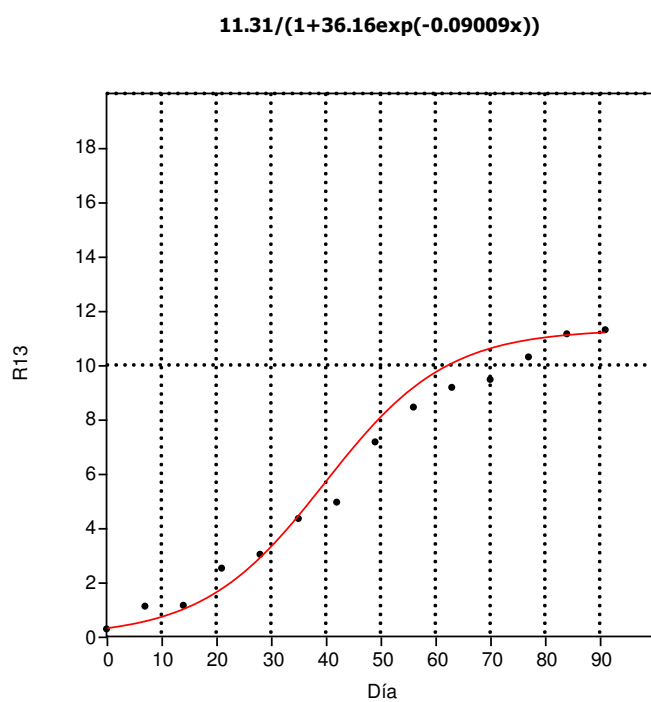
a:	8.2883
b:	4.1144
c:	0.051951
95% on a:	8.288 9.71
95% on b:	-8.78 7.891
95% on c:	-0.0094830.09035
Akaike IC: 36.197	



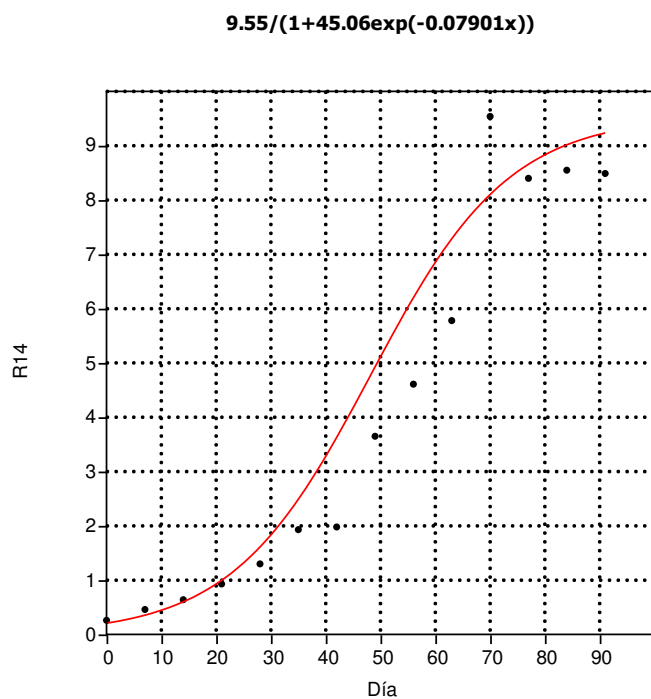
a:	9.4594
b:	28.038
c:	0.081052
95% on a:	9.459 10.74
95% on b:	-55.55 45.72
95% on c:	0.02521 0.1002
Akaike IC: 14.222	



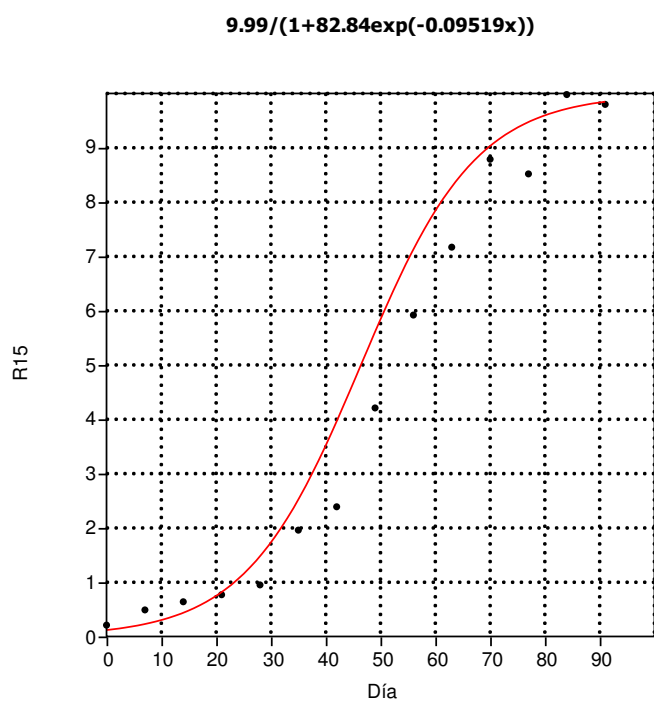
a:	9.7798
b:	63.217
c:	0.088571
95% on a:	9.78 12.03
95% on b:	-110.7 75.96
95% on c:	0.0453 0.09349
Akaike IC: 14.325	



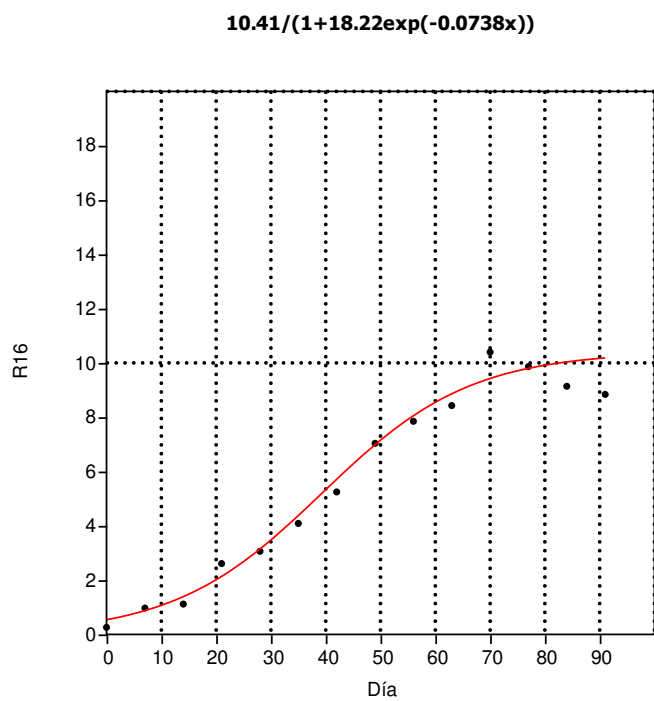
a:	11.311
b:	36.157
c:	0.090091
95% on a:	11.31 13.14
95% on b:	-31.87 46.09
95% on c:	0.05427 0.09693
Akaike IC: 14.436	



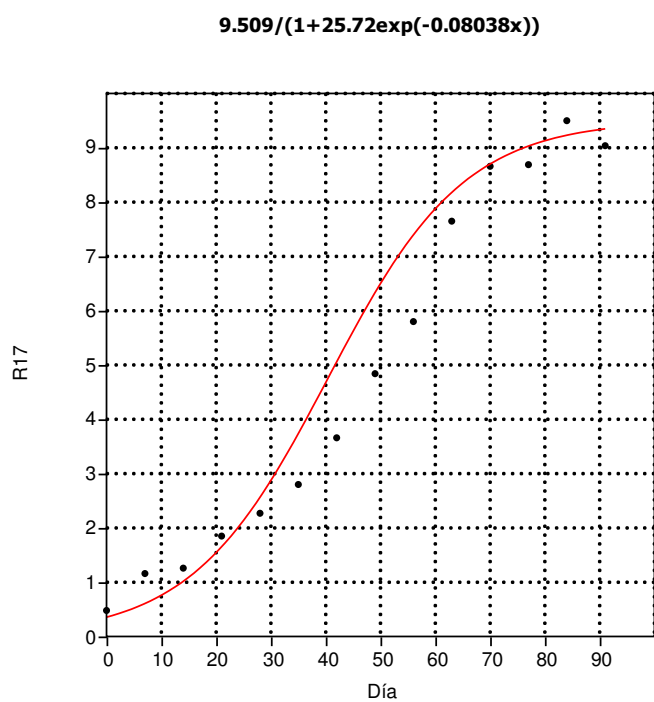
a:	9.5495
b:	45.06
c:	0.079015
95% on a:	9.55 10.69
95% on b:	-134.6 58.33
95% on c:	0.02584 0.08572
Akaike IC: 20.895	



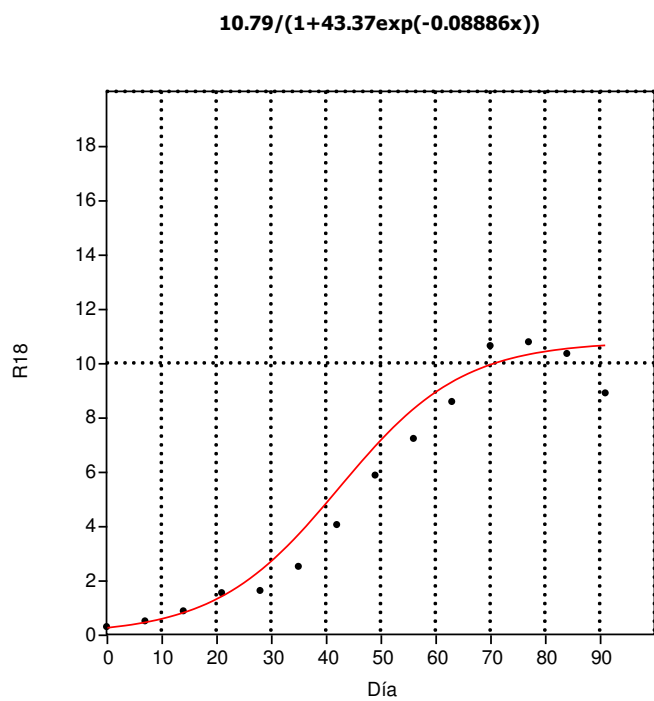
a: 9.99
b: 82.839
c: 0.095191
 95% on a: 9.99 11.45
 95% on b: -197.2 108.7
 95% on c: 0.05532 0.1005
Akaike IC: 17.3



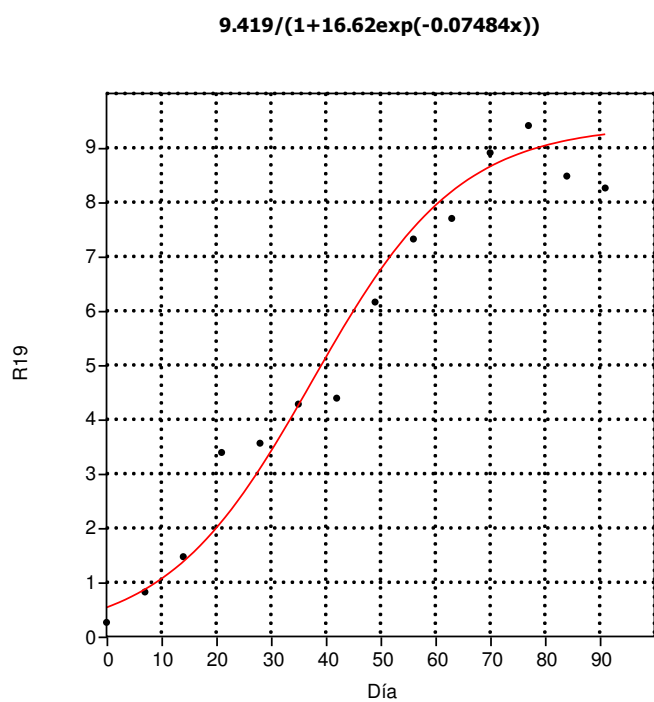
a: 10.41
b: 18.221
c: 0.0738
 95% on a: 10.41 11.97
 95% on b: -22.3 27.71
 95% on c: 0.02594 0.08897
Akaike IC: 12.892



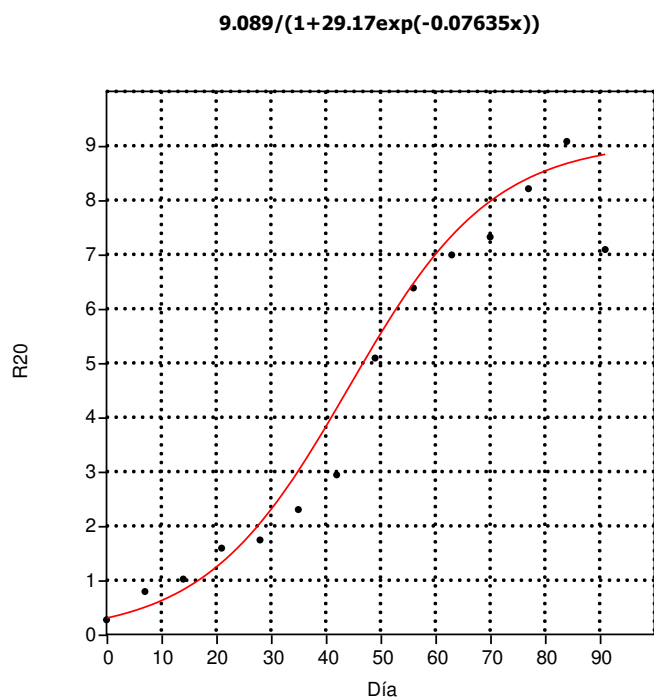
a:	9.5095
b:	25.724
c:	0.080375
95% on a:	9.509 10.35
95% on b:	-85.9 32.41
95% on c:	0.03409 0.08591
Akaike IC:	17.098



a:	10.791
b:	43.374
c:	0.088865
95% on a:	10.79 12.67
95% on b:	-92.05 62.08
95% on c:	0.04379 0.1078
Akaike IC:	18.487

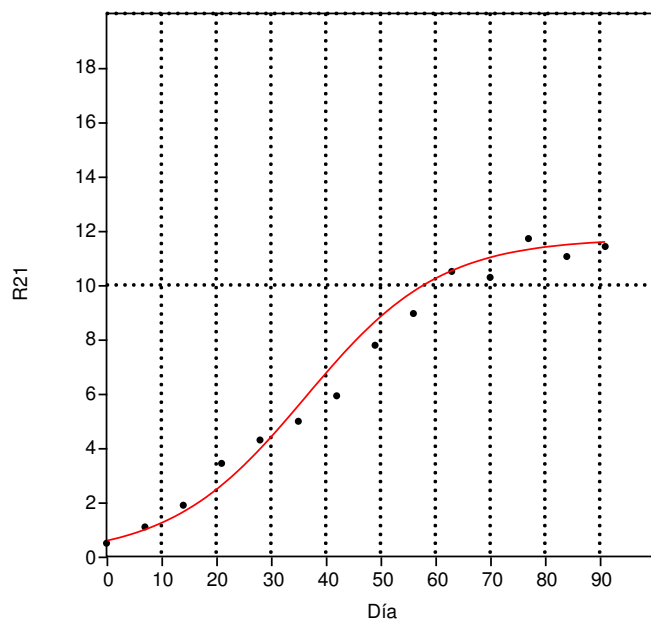


a:	9.4194
b:	16.619
c:	0.074839
95% on a:	9.419 10.57
95% on b:	-18.85 25.07
95% on c:	0.02842 0.08902
Akaike IC: 13.709	



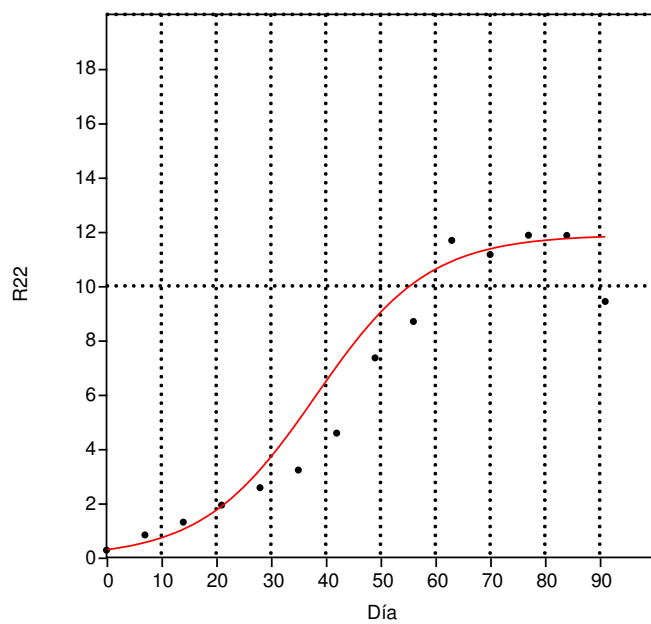
a:	9.0891
b:	29.169
c:	0.076349
95% on a:	9.089 11.08
95% on b:	-49.58 40.96
95% on c:	0.02847 0.08859
Akaike IC: 14.617	

$$11.72/(1+19.15\exp(-0.08143x))$$

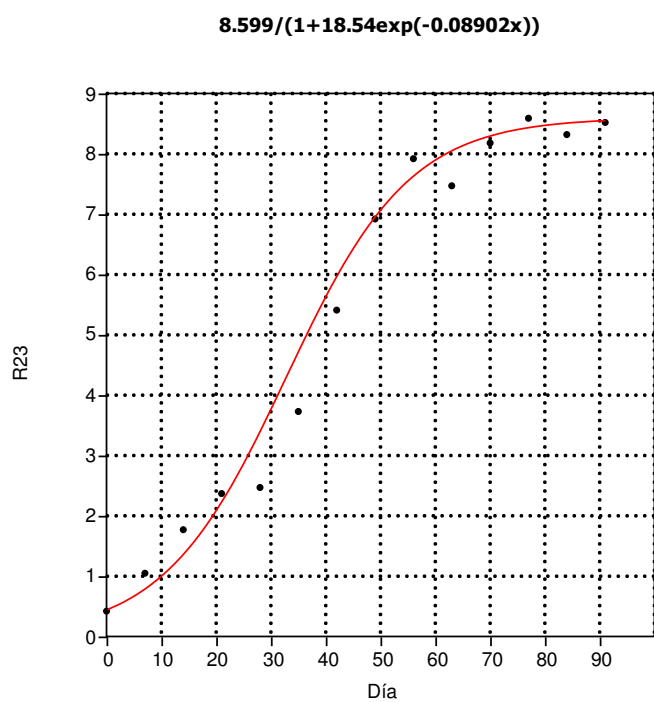


a:	11.722
b:	19.15
c:	0.081426
95% on a:	11.72 12.93
95% on b:	-16.74 22.9
95% on c:	0.04411 0.08666
Akaike IC: 13.574	

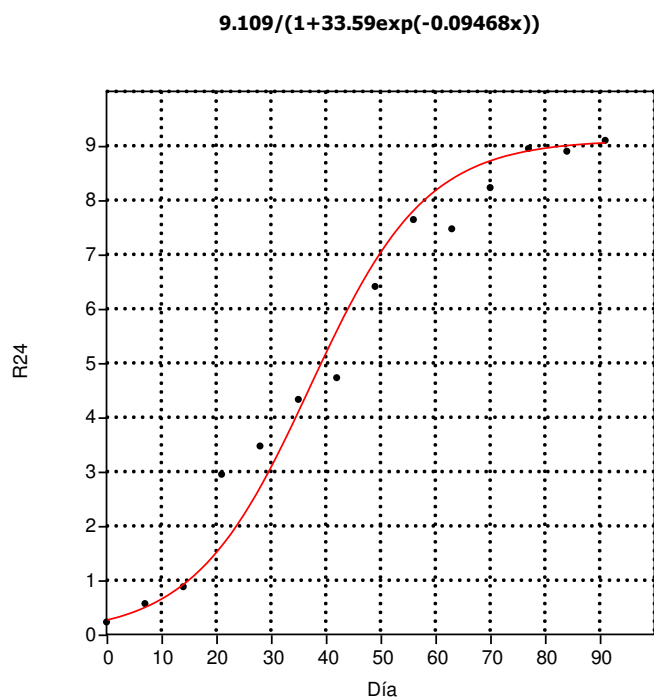
$$11.88/(1+40.72\exp(-0.09717x))$$



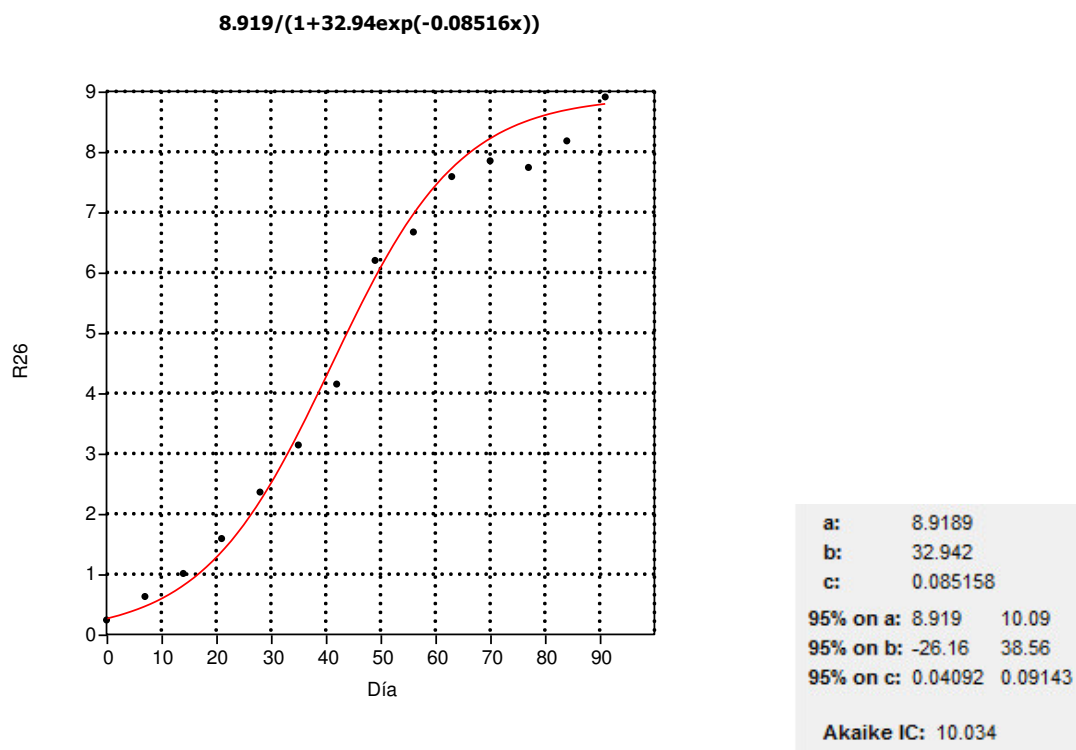
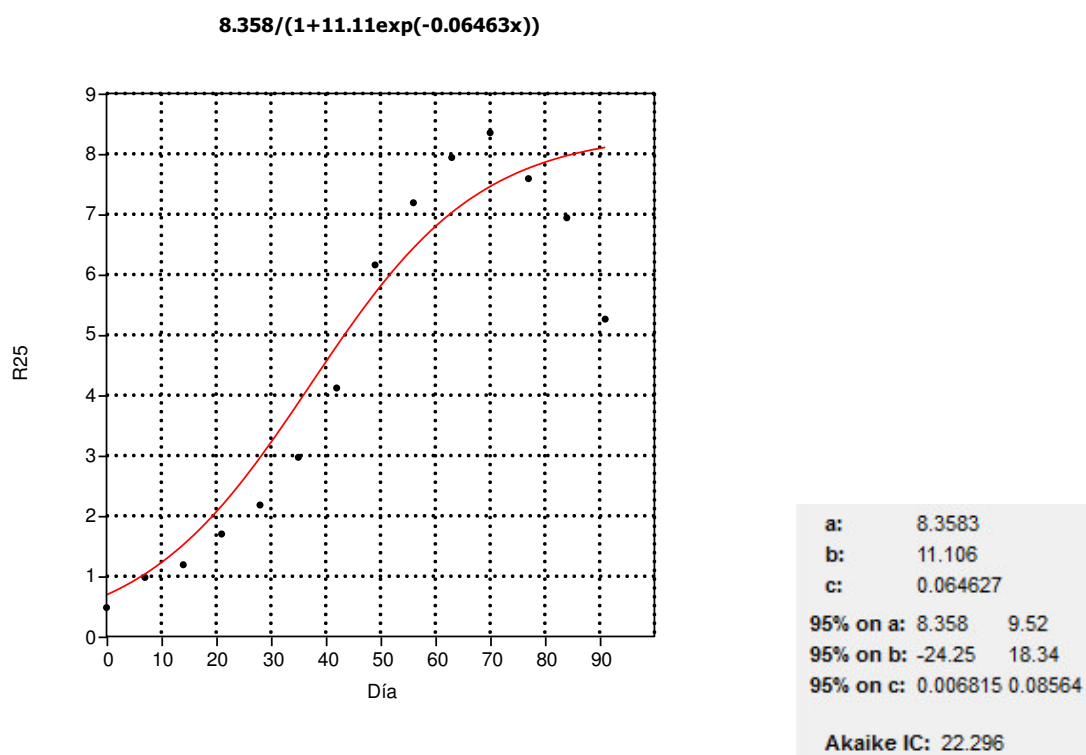
a:	11.882
b:	40.723
c:	0.097169
95% on a:	11.88 12.59
95% on b:	-82.9 66.46
95% on c:	0.05615 0.1278
Akaike IC: 28.862	

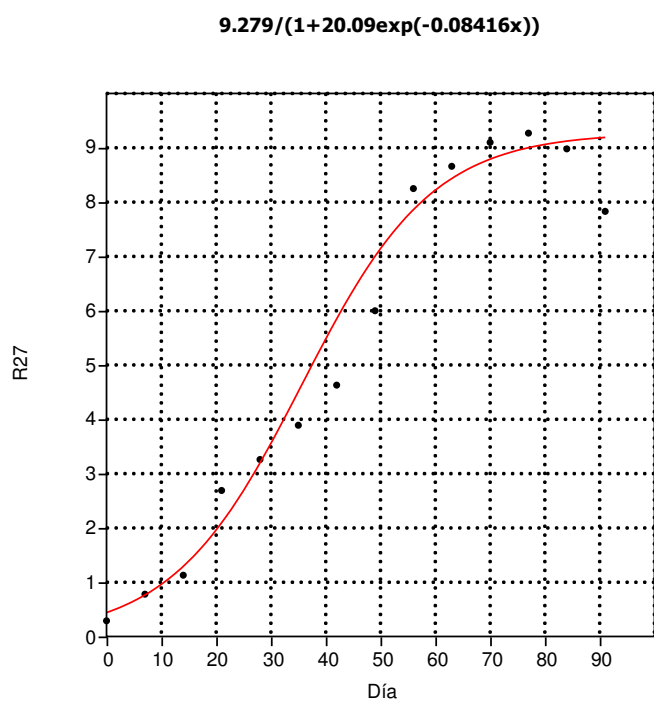


a:	8.5986	
b:	18.544	
c:	0.089017	
95% on a:	8.599	9.009
95% on b:	-12.5	22.51
95% on c:	0.05623	0.09454
Akaike IC: 11.297		

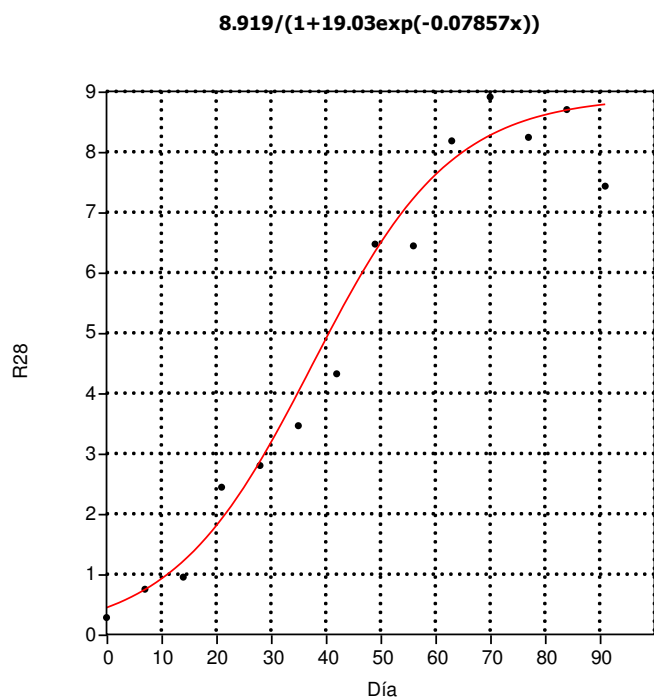


a:	9.1091	
b:	33.585	
c:	0.094684	
95% on a:	9.109	9.98
95% on b:	-5.923	41.96
95% on c:	0.06387	0.09978
Akaike IC: 12.879		





a:	9.2793
b:	20.089
c:	0.084162
95% on a:	9.279 9.89
95% on b:	-26.16 31.66
95% on c:	0.04122 0.1037
Akaike IC: 13.938	



a:	8.9189
b:	19.032
c:	0.07857
95% on a:	8.919 9.65
95% on b:	-23.6 29.57
95% on c:	0.03083 0.09602
Akaike IC: 13.017	

